This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

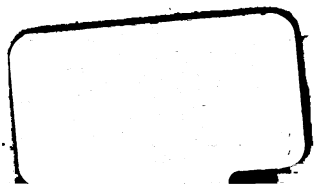
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

HC 2FEQ 0



Wortmann.

Die

organische Chemie

in ihrer Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Druck und Papier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Die

organiſche Chemie

in

ihrer Anwendung

auf

Agricultur und Phyſiologie.

Von

Justus Liebig,

Dr. der Medizin und Philoſophie,
Profeſſor der Chemie an der Ludwigs-Univerſität zu Gießen, Ritter des Großherzoglich Heſſiſchen Ludwigsordens und Ehrenbürger der Stadt Gießen, auswärtiges Mitglied der Königlichen Akademie der Wiſſenſchaften zu Stockholm, der Royal Society zu London, Ehrenmitglied der British association for the advancement of Science, Ehrenmitglied der Königlichen Akademie zu Dublin, correſpondirendes Mitglied der Königlichen Akademien der Wiſſenſchaften zu Berlin, München und St. Petersburg, des Königlichen Inſtitutes zu Amſterdam, der Königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen, der naturforſchenden Geſellſchaft zu Heidelberg ꝛc. ꝛc. ꝛc.

Braunſchweig,

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1840.

The Francis A. Countway
Library of Medicine

An

Alexander von Humboldt.

Während meines Aufenthaltes in Paris gelang es mir, im Winter $18^{23}/_{24}$ eine analytische Untersuchung über Howard's fulminirende Silber- und Quecksilber-Verbindungen, meine erste Arbeit, zum Vortrag in der Königlichen Akademie zu bringen.

Zu Ende der Sitzung vom 22. März 1824, mit dem Zusammenpacken meiner Präparate beschäftigt, näherte sich mir, aus der Reihe der Mitglieder der Akademie, ein Mann und knüpfte mit mir eine Unterhaltung an; mit der gewinnendsten Freundlichkeit wußte er den Gegenstand meiner Studien und alle meine Beschäftigungen und Pläne von mir zu erfahren; wir trennten uns, ohne daß ich, aus Unerfahrenheit und Scheu, zu fragen wagte, wessen Güte an mir Theil genommen habe.

Diese Unterhaltung ist der Grundstein meiner Zukunft gewesen, ich hatte den, für meine wissenschaftlichen Zwecke, mächtigsten und liebevollsten Gönner und Freund gewonnen.

Sie waren Tags zuvor von einer Reise aus Italien zurückgekommen; Niemand war von Ihrer Anwesenheit unterrichtet.

Unbekannt, ohne Empfehlungen, in einer Stadt, wo der Zusammenfluß so vieler Menschen aus allen Theilen der Erde das größte Hinderniß ist, was einer näheren persönlichen Berührung mit den dortigen ausgezeichneten und berühmten Naturforschern und Gelehrten sich entgegenstellt, wäre ich, wie so viele Andere, in dem großen Haufen unbemerkt geblieben

und vielleicht untergegangen; dieſe Gefahr war völlig abgewendet.

Von dieſem Tage an waren mir alle Thüren, alle Inſtitute und Laboratorien geöffnet; das lebhafte Intereſſe, welches Sie mir zu Theil werden ließen, gewann mir die Liebe und innige Freundſchaft meiner mir ewig theuren Lehrer Gay-Luſſac, Dulong und Thénard. Ihr Vertrauen bahnte mir den Weg zu einem Wirkungskreiſe, den ſeit 16 Jahren ich unabläſſig bemüht war, würdig auszufüllen.

Wie Viele kenne ich, welche, gleich mir, die Erreichung ihrer wiſſenſchaftlichen Zwecke Ihrem Schutze und Wohlwollen verdanken! Der Chemiker, Botaniker, Phyſiker, der Orientaliſt, der Reiſende nach Perſien und Indien, der Künſtler, Alle erfreuten ſich gleicher Rechte, gleichen Schutzes; vor Ihnen war kein Unterſchied der Nationen, der Länder. Was die Wiſſenſchaften in dieſer beſonderen Beziehung Ihnen ſchuldig ſind, iſt nicht zur Kunde der Welt gekommen, allein es iſt in unſerer Aller Herzen zu leſen.

Möchten Sie es mir geſtatten, die Gefühle der innigſten Verehrung und der reinſten aufrichtigſten Dankbarkeit öffentlich auszuſprechen.

Das kleine Werk, welches ich mir die Freiheit nehme, Ihnen zu widmen, ich weiß kaum, ob ein Theil davon mir als Ei-

genthum angehört; wenn ich die Einleitung lese, die Sie vor 42 Jahren zu J. Ingenhouß Schrift »über die Ernährung der Pflanzen« gegeben haben, so scheint es mir immer, als ob ich eigentlich nur die Ansichten weiter ausgeführt und zu beweisen gesucht hätte, welche der warme, immer treue Freund, von Allem, was wahr, schön und erhaben ist, welche der Alles belebende, thätigste Naturforscher dieses Jahrhunderts darin ausgesprochen und begründet hat.

Von der British association for the advancement of science habe ich 1837, in einer ihrer Sitzungen in Liverpool, den ehrenvollen Auftrag erhalten, einen Bericht über den Zustand unserer Kenntnisse in der organischen Chemie abzustatten. Auf meinen Antrag hat die Gesellschaft beschlossen, den Herrn Dumas in Paris, Mitglied der Akademie, zu ersuchen, mit mir gemeinschaftlich die Abstattung dieses Berichtes übernehmen zu wollen. Dieß ist die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes gewesen, worin ich die organische Chemie in ihren Beziehungen zur Pflanzenphysiologie und Agricultur, so wie die Veränderungen, welche organische Stoffe in den Processen der Gährung, Fäulniß und Verwesung erleiden, darzustellen versucht habe.

In einer Zeit, wo das rastlose Streben nach Neuem, oft so Werthlosem, der jüngeren Generation kaum einen Blick auf

die Grundpfeiler gestattet, welche das schönste und mächtigste Gebäude tragen, wo diese Grundpfeiler, des äußeren Zierraths und der Tünche wegen, dem oberflächlichen Beobachter kaum mehr erkennbar sind, wenn in dieser Zeit ein Eindringling in fremde Fächer es wagt, die Aufmerksamkeit und Kräfte der Naturforscher auf Gegenstände des Wissens zu lenken, die vor allen anderen längst schon verdienten, zum Ziel und Zweck ihrer Anstrengung und Bemühung gewählt zu werden, so kann man des Erfolges nicht gewiß sein; denn wenn auch des Menschen Wille, Gutes zu bewirken, keine Grenzen kennt, so sind doch seine Mittel und sein Können in engere Schranken eingeschlossen.

Ganz abgesehen von den besonderen Beobachtungen, die ich darin zusammengestellt habe, würde es für mich die größte Befriedigung sein, wenn die Principien der Naturforschung, welche ich in diesem kleinen Werke auf die Entwickelung und Ernährung der Pflanzen anzuwenden Gelegenheit bekam, sich Ihres Beifalls zu erfreuen das Glück hätten.

Gießen, den 1sten August 1840.

Dr. Justus Liebig.

Inhalt.

Erſter Theil.

Der Proceß der Ernährung der Vegetabilien.

Seite

Gegenſtand ... 3
Die allgemeinen Beſtandtheile der Vegetabilien ... 4
Die Aſſimilation des Kohlenſtoffs ... 6
Urſprung und Verhalten des Humus ... 43
Die Aſſimilation des Waſſerſtoffs ... 59
Der Urſprung und die Aſſimilation des Stickſtoffs ... 64
Die anorganiſchen Beſtandtheile der Vegetabilien ... 85
Die Cultur ... 106
Die Wechſelwirthſchaft und der Dünger ... 143

Anhang zur Seite 57.

Beobachtungen über eine Pflanze (Ficus Australis), welche 8 Monate hinter einander in dem Gewächshauſe des botaniſchen Gartens in Edinburg in der Luft hangend, ohne mit der Erde ſich in Berührung zu befinden, gelebt hat, von William Magnab, Director des Pflanzengartens in Edinburg ... 181
Verſuche und Beobachtungen über die Wirkung der vegetabiliſchen Kohle auf die Vegetation, von Eduard Lucas ... 184
Ueber Ernährung der Pflanzen, vom Forſtrathe Dr. Th. Hartig ... 190

Zweiter Theil.

Der chemiſche Proceß der Gährung, Fäulniß und Verweſung.

Seite

Chemiſche Metamorphoſen ... 199
Die Urſache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verweſung bewirkt wird 202

Seite

Gährung und Fäulniß 211
Metamorphosen stickstofffreier Körper 218
Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper 220
Gährung des Zuckers 227
Hefe, Ferment 230
Verwesung 238
Verwesung stickstoffhaltiger Körper. — Essigbildung 247
Verwesung stickstoffhaltiger Materien. — Salpeterbildung 253
Wein- und Biergährung 258
Die Verwesung der Holzfaser 279
Dammerde 287
Vermoderung. — Papier, Braunkohle und Steinkohle 289
Gift, Contagien, Miasmen 299
Nachträge 346
Gründüngung in Weinbergen. (Aus einem Schreiben des Herrn Verwalters Krebs zu Seeheim.) 349

Erſter Theil.

Der

chemiſche Proceß der Ernährung

der

Vegetabilien.

Gegenstand.

Die organische Chemie hat zur Aufgabe die Erforschung der chemischen Bedingungen des Lebens und der vollendeten Entwickelung aller Organismen.

Das Bestehen aller lebenden Wesen ist an die Aufnahme gewisser Materien geknüpft, die man Nahrungsmittel nennt; sie werden in dem Organismus zu seiner eigenen Ausbildung und Reproduction verwendet.

Die Kenntniß der Bedingung ihres Lebens und Wachsthums umfaßt demnach die Ausmittlung der Stoffe, welche zur Nahrung dienen, die Erforschung der Quellen, woraus diese Nahrung entspringt, und die Untersuchung der Veränderungen, die sie bei ihrer Assimilation erleiden.

Den Menschen und Thieren bietet der vegetabilische Organismus die ersten Mittel zu seiner Entwickelung und Erhaltung dar.

Die ersten Quellen der Nahrung der Pflanzen liefert ausschließlich die anorganische Natur.

Der Gegenstand dieses Werkes ist die Entwickelung des chemischen Processes der Ernährung der Vegetabilien.

Der erste Theil ist der Aufsuchung der Nahrungsmittel, so wie der Veränderungen gewidmet, die sie in dem lebenden Organismus erleiden; es sollen darinn die chemischen

Verbindungen betrachtet werden, welche den Pflanzen ihre Hauptbestandtheile, den Kohlenstoff und Stickstoff, liefern, so wie die Beziehungen, in welchen die Lebensfunktionen der Vegetabilien zu dem thierischen Organismus und zu andern Naturerscheinungen stehen.

Der zweite Theil handelt von den chemischen Processen, welche nach dem Tode aller Organismen ihre völlige Vernichtung bewirken; es sind dies die eigenthümlichen Zersetzungsweisen, die man mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet; es sollen darin die Veränderungen der Bestandtheile der Organismen bei ihrem Uebergang in anorganische Verbindungen, so wie die Ursachen betrachtet werden, von denen sie abhängig sind.

Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien.

Der Kohlenstoff ist der Bestandtheil aller Pflanzen und zwar eines jeden ihrer Organe.

Die Hauptmasse aller Vegetabilien besteht aus Verbindungen, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, und zwar in dem nemlichen Verhältniß wie im Wasser, enthalten; hieher gehören die Holzfaser, das Stärkemehl, Zucker und Gummi.

Eine andere Klasse von Kohlenstoffverbindungen enthält die Elemente des Wassers, plus einer gewissen Menge Sauerstoff; sie umfaßt mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren.

Eine dritte besteht aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, welche entweder keinen Sauerstoff enthalten, oder wenn Sauerstoff einen Bestandtheil davon ausmacht, so ist seine Quantität stets kleiner, als dem Gewicht-Verhältniß entspricht, in dem er sich mit Wasserstoff zu Wasser verbindet. Sie können demnach betrachtet werden als Verbindungen des Kohlenstoffs mit den Elementen des Wassers, plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Die flüchtigen und fetten Oele, das Wachs, die Harze gehören dieser Klasse an. Manche davon spielen die Rolle von Säuren.

Die organischen Säuren sind Bestandtheile aller Pflanzensäfte und, mit wenigen Ausnahmen, an anorganische Basen, an Metalloxide, gebunden; die letzteren fehlen in keiner Pflanze, sie bleiben nach der Einäscherung derselben in der Asche zurück.

Der Stickstoff ist ein Bestandtheil des vegetabilischen Eiweißes, des Klebers; er ist in den Pflanzen in der Form von Säuren, von indifferenten Stoffen und von eigenthümlichen Verbindungen enthalten, welche alle Eigenschaften von Metalloxiden besitzen, die letzteren heißen organische Basen.

Seinem Gewichtsverhältniß nach macht der Stickstoff den kleinsten Theil der Masse der Pflanzen aus, er fehlt aber in keinem Vegetabil, oder Organ eines Vegetabils; wenn er keinen Bestandtheil eines Organs ausmacht, so findet er sich dennoch unter allen Umständen in dem Saft, der die Organe durchdringt.

Die Entwickelung einer Pflanze ist nach dieser Auseinandersetzung abhängig von der Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff, einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff liefert; sie bedarf noch außerdem des

Wassers und seiner Elemente, so wie eines Bodens, welcher die anorganischen Materien darbietet, ohne die sie nicht bestehen kann.

Die Assimilation des Kohlenstoffs.

Die Pflanzenphysiologie betrachtet einen Gemengtheil der Acker- und Dammerde, dem man den Namen Humus gegeben hat, als das Hauptnahrungsmittel, was die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen, und seine Gegenwart als die wichtigste Bedingung seiner Fruchtbarkeit.

Dieser Humus ist das Product der Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen.

Die Chemie bezeichnet mit Humus eine braune, in Wasser in geringer Menge, in Alkalien leichter lösliche Materie, welche, als Product der Zersetzung vegetabilischer Stoffe, durch die Einwirkung von Säuren oder Alkalien erhalten wird. Dieser Humus hat von der Verschiedenheit in seiner äußeren Beschaffenheit und seinem Verhalten verschiedene Namen erhalten; Ulmin, Humussäure, Humuskohle, Humin heißen diese verschiedenen Modificationen des Humus der Chemiker; sie werden erhalten durch Behandlung des Torfs, der Holzfaser, des Ofenrußes, der Braunkohlen mit Alkalien, oder durch Zersetzung des Zuckers, der Stärke, des Milchzuckers vermittelst Säuren, oder durch Berührung alkalischer Lösungen der Gerbe- und Gallussäure mit der Luft.

Humussäure heißt die in Alkalien lösliche, Humin und Humuskohle die unlösliche Modification des Humus.

Den Namen nach, die man diesen Materien gegeben hat, ist man leicht verführt, sie für identisch in ihrer Zusammensetzung zu halten. Dieß wäre aber der größte Irrthum, den man begehen kann, denn merkwürdiger Weise stehen Zucker, Essigsäure und Colophonium in dem Gewichts-Verhältniß ihrer Bestandtheile nicht weiter auseinander.

Die Humussäure aus Sägespänen mit Kalihydrat erhalten, enthält nach Peligot's genauer Analyse 72 p. c. Kohlenstoff, die Humussäure aus Torf und Braunkohle nach Sprengel 58 p. c., die aus Zucker mit verdünnter Schwefelsäure nach Malaguti 57 p. c., die aus demselben Körper und aus Stärke mit Salzsäure gewonnene nach Stein 64 p. c. Kohlenstoff. Alle diese Analysen sind mit Sorgfalt und Umsicht wiederholt, und der Kohlenstoffgehalt einer jeden der analysirten Materie bestätigt worden, so daß jeder Grund hinwegfällt, die Ursache der Verschiedenheit in der Methode der Analyse oder der Geschicklichkeit der Analytiker zu suchen.

Nach Malaguti enthält die Humussäure Wasserstoff und Sauerstoff zu gleichen Aequivalenten, in dem Verhältniß also wie im Wasser, nach Sprengels Analyse ist darin weniger Wasserstoff enthalten, und nach Peligot enthält die Humussäure sogar auf 14 Aeq. Wasserstoff, nur 6 Aeq. Sauerstoff, also 8 Aeq. Wasserstoff mehr als diesem Verhältniß entspricht.

Man sieht leicht, daß die Chemiker bisjetzt gewohnt waren, alle Zersetzungsproducte organischer Verbindungen von brauner oder braunschwarzer Farbe mit Humussäure oder Humin zu bezeichnen, je nachdem sie in Alkalien löslich waren oder nicht, daß aber diese Producte in ihrer Zusammensetzung und Entstehungsweise nicht das Geringste mit einander gemein haben.

Man hat nun nicht den entferntesten Grund zu glauben

daß das eine oder das andere dieser Zersetzungsproducte, in der Form und mit den Eigenschaften begabt, die man den vegetabilischen Bestandtheilen der Dammerde zuschreibt, in der Natur vorkommt, man hat nicht einmal den Schatten eines Beweises für die Meinung, daß eins von ihnen als Nahrungsstoff oder sonst irgend einen Einfluß auf die Entwickelung einer Pflanze ausübt.

Die Eigenschaften des Humus und der Humussäure der Chemiker sind von den Pflanzenphysiologen unbegreiflicher Weise übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man mit dem nemlichen Namen belegt; an diese Eigenschaften knüpfen sich die Vorstellungen über die Rolle, die man ihm in der Vegetation zuschreibt.

Die Meinung, daß der Humus als Bestandtheil der Dammerde von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, daß sein Kohlenstoff in irgend einer Form von der Pflanze zur Nahrung verwendet wird, ist so verbreitet und hat in dem Grade Wurzel gefaßt, daß bisjezt jede Beweisführung für diese seine Wirkungsweise für überflüssig erachtet wurde; denn die in die Augen fallende Verschiedenheit des Gedeihens von Pflanzen in Bodenarten, die man als ungleich reich an Humus kennt, erschien auch dem Befangensten als eine genügende Begründung dieser Meinung.

Wenn man diese Voraussetzung einer strengen Prüfung unterwirft, so ergiebt sich daraus der schärfste Beweis, daß der Humus in der Form, wie er im Boden enthalten ist, zur Ernährung der Pflanzen nicht das Geringste beiträgt.

Durch das Festhalten an der bisherigen Ansicht hat man von Vorn herein jede Erkenntniß des Ernährungsprocesses der Pflanzen unmöglich gemacht, und damit den sichersten und treuesten Führer zu einem rationellen Verfahren in der Land- und Feldwirthschaft verbannt.

Ohne eine tiefe und gründliche Kenntniß der Nahrungsmittel der Gewächse und der Quellen, aus denen sie entspringen, ist eine Vervollkommnung des wichtigsten aller Gewerbe, des Ackerbaues, nicht denkbar. Man kann keine andere Ursache des bisherigen so schwankenden und ungewissen Zustandes unseres Wissens auffinden, als daß die Physiologie der neuern Zeit mit den unermeßlichen Fortschritten der Chemie nicht Schritt gehalten hat.

Wir wollen in dem Folgenden den Humus der Pflanzenphysiologen mit den Eigenschaften begabt uns denken, welche die Chemiker an den braunschwarzen Niederschlägen beobachtet haben, die man durch Fällung einer alkalischen Abkochung von Dammerde oder Torf vermittelst Säuren erhält, und die sie Humussäure nennen.

Die Humussäure besitzt, frisch niedergeschlagen, eine flockige Beschaffenheit; ein Theil davon löst sich in 2500 Th. Wasser, sie verbindet sich mit Alkalien, Kalk und Bittererde, und bildet damit Verbindungen von gleicher Löslichkeit (Sprengel).

Die Pflanzenphysiologen kommen darin überein, daß der Humus durch Vermittelung des Wassers die Fähigkeit erlangt, von den Wurzeln aufgenommen zu werden. Die Chemiker haben nun gefunden, daß die Humussäure nur in frisch niedergeschlagenem Zustande löslich ist, daß sie diese Löslichkeit vollständig verliert, wenn sie an der Luft trocken geworden ist; sie wird ferner völlig unlöslich, wenn das Wasser, was sie enthält, gefriert. (Sprengel.)

Die Winterkälte und Sommerhitze rauben mithin der reinen Humussäure ihre Auflöslichkeit und damit ihre Assimilirbarkeit, sie kann als solche nicht in die Pflanzen gelangen.

Von der Richtigkeit dieser Beobachtung kann man sich leicht durch Behandlung guter Acker- und Dammerde mit

kaltem Wasser überzeugen, das letztere entzieht nemlich derselben nicht $^1/_{100000}$ an löslichen organischen Materien, die Flüssigkeit ist farblos und enthält nur die Salze, die sich im Regenwasser finden.

Berzelius fand ebenfalls, daß vermodertes Eichenholz, was dem Hauptbestandtheil nach aus Humussäure besteht, an kaltes Wasser nur Spuren von löslichen Materien abgiebt, eine Beobachtung, die ich an verfaultem Buchen- und Tannenholz bestätigt fand.

Die Unfähigkeit der Humussäure, den Pflanzen als Humussäure zur Nahrung zu dienen, ist den Pflanzenphysiologen nicht unbemerkt geblieben; sie haben deshalb angenommen, daß der Kalk oder die Alkalien überhaupt, die man in der Pflanzenasche findet, die Löslichkeit und damit die Assimilirbarkeit vermitteln.

In den Bodenarten finden sich Alkalien und alkalische Erden in hinreichender Menge vor, um Verbindungen dieser Art zu bilden.

Wir wollen nun annehmen, daß die Humussäure in der Form des humusreichsten Salzes, als humussaurer Kalk, von den Pflanzen aufgenommen wird, und aus dem bekannten Gehalte an alkalischen Basen in der Asche der Pflanzen die Menge berechnen, welche in dieser Form in die Pflanze gelangen kann; wir wollen ferner voraussetzen, daß Kali, Natron, die Oxide des Eisens und Mangans eine mit dem Kalke gleiche Sättigungscapacität besitzen, so wissen wir aus Berthiers Bestimmungen, daß 1000 ℔ lufttrocknes Tannenholz 4 ℔ reine kohlenfreie Asche liefern, und daß 100 ℔ dieser Asche im Ganzen nach Abzug des Chlorkaliums und schwefelsauren Kalis 53 ℔ basische Metalloxide, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen und Mangan zusammengenommen, enthalten.

2500 Quadratmeter Wald (40,000 Quadratfuß hess. 1 Morgen) liefern nun jährlich mittleren Ertrag 2650 ℔ Tannenholz*), welche im Ganzen 5,6 ℔ basische Metalloxide enthalten.

Nach den Bestimmungen von Malaguti und Sprengel verbindet sich 1 ℔ Kalk mit 10,9 ℔ Humussäure; es sind mithin durch diese Basen 61 ℔ Humussäure in die Bäume übergegangen, und diese entsprechen — ihr Gehalt an Kohlenstoff zu 58 p. c. angenommen — der Bildung von 91 ℔ lufttrocknem Holz.

Es sind aber auf diesem Lande 2650 ℔ lufttrocknes Holz producirt worden.

Wenn man aus der bekannten Zusammensetzung der Asche des Weizenstrohes die Menge Humussäure berechnet, welche durch die darin enthaltenen basischen Metalloxide (die Chlormetalle und schwefelsauren Salze abgerechnet) der Pflanze zugeführt werden können, so erhält man für 2500 Quadratmeter Land 57½ ℔ Humussäure, entsprechend 85 ℔ Holzfaser. Es werden aber auf dieser Fläche, Wurzeln und Körner nicht gerechnet, 1780 ℔ Stroh producirt, was die Zusammensetzung der Holzfaser besitzt.

Bei diesen Berechnungen ist angenommen worden, daß die basischen Metalloxide, welche Humussäure zugeführt haben, nicht mehr in den Boden zurückkehren, weil sie während des Wachsthums der Pflanze in den neu entwickelten Theilen derselben zurückbleiben.

Wir wollen jetzt die Menge Humussäure berechnen, welche unter den günstigsten Verhältnissen, nemlich durch das Wasser, in die Pflanzen gelangen kann.

In Erfurt, in einer der fruchtbarsten Gegenden Deutsch-

*) Nach der Angabe des hiesigen verdienstvollen Professors der Forstwissenschaft, Herrn Forstmeister Dr. Heyer.

lands, fallen nach Schübler auf 1 Quadratfuß Fläche, in den Monaten April, Mai, Juni und Juli 17½ ℔ (2 ℔ hess. = 1 Kilogr.) Regen. Ein Morgen Land (2500 □Meter) empfängt mithin 700,000 ℔ Regenwasser.

Nehmen wir nun an, daß diese ganze Quantität Wasser von den Wurzeln einer Sommerfrucht aufgenommen werde, die in 4 Monaten gepflanzt wird und reift, in der Art also, daß kein Pfund von diesem Wasser anders als durch die Blätter verdunste.

Nehmen wir ferner an, daß dieses Regenwasser mit humussaurem Kalk (dem löslichsten und an Humussäure reichsten ihrer Salze) gesättigt von den Wurzeln aufgenommen werde, so nimmt die Pflanze durch dieses Wasser, da ein Theil humussaurer Kalk 2500 Theile Wasser zu seiner Auflösung bedarf, 300 ℔ Humussäure auf.

Es wachsen aber auf diesem Felde 2580 ℔ Getreide (Stroh und Korn, die Wurzeln nicht gerechnet) oder 20,000 ℔ Runkelrüben (ohne die Blätter und kleinen Wurzeln). Man sieht leicht ein, daß diese 300 ℔ Humussäure noch nicht genügen, um Rechenschaft über den Kohlenstoffgehalt der Blätter und Wurzeln zu geben, und da man weiß, daß von dem Regenwasser, was auf die Oberfläche der Erde fällt, verhältnißmäßig nur ein sehr kleiner Theil durch die Pflanze verdunstet, so verringert sich die Kohlenstoffmenge, welche durch die Humussäure denkbarer Weise producirt, wenn man sie mit der wirklich produzirten vergleicht, auf eine beinahe verschwindende Menge.

Betrachtungen anderer und höherer Art widerlegen die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise der Humussäure auf eine so entschiedene und zweifellose Weise, daß man im Grunde nicht begreift, wie man überhaupt dazu gelangen konnte.

Die Felder produciren Kohlenstoff in der Form von Holz,

von Heu, von Getreide und anderen Culturgewächsen, deren Massen außerordentlich ungleich sind.

Auf 2500 Quadratmeter Wald von mittleren Boden wachsen 2650 ℔ lufttrocknes Tannen-, Fichten-, Birken- etc. Holz.

Auf derselben Fläche Wiese erhält man im Durchschnitt 2500 ℔ Heu.

Die nemliche Fläche Getreideland liefert 18000—20000 ℔ Runkelrüben.

Auf derselben Fläche gewinnt man 800 ℔ Rocken und 1780 ℔ Stroh (160 Garben zu 14 ℔), im Ganzen also 2580 ℔.

100 Theile lufttrocknes Tannenholz enthalten 38 Theile Kohlenstoff, obige 2650 ℔ Holz enthalten demnach 1007 ℔ Kohlenstoff.

100 Theile lufttrocknes Heu*) enthalten 44,31 Th. Kohlenstoff, obige 2500 ℔ Heu enthalten demnach 1008 ℔ Kohlenstoff.

Die Runkelrüben enthalten 89 bis 89,5 Th. Wasser und 10,5 bis 11 Th. feste Substanz, welche aus 8—9 p. c. Zucker und 2 bis 2½ p. c. Zellgewebe besteht. Der Zucker enthält 42,4 p. c., das Zellgewebe 47 p. c. Kohlenstoff.

20,000 ℔ Runkelrüben enthalten hiernach (Zucker zu 9 p. c. und Zellgewebe zu 2 p. c. gerechnet) im Zucker 756 ℔, im Zellgewebe 180 ℔, im Ganzen 936 ℔ Kohlenstoff, den Kohlenstoff der Blätter nicht berechnet.

100 ℔ Stroh**) enthalten lufttrocken 38 p. c. Kohlenstoff.

*) 100 Theile Heu, bei 100° getrocknet, mit Kupferoxid in einen Strom Sauerstoffgas verbrannt, lieferten 51,93 Wasser, 165,8 Kohlensäure und 6,82 Asche. Dieß giebt 45,87 Kohlenstoff, 5,76 Wasserstoff, 31,55 Sauerstoff, 6,82 Asche. Das lufttrockene Heu verliert bei 100°, erhitzt 11,2 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

**) Die Analyse des Strohes, auf dieselbe Weise ausgeführt, gab für 100 Theile, bei 100° getrocknet, 46,37 Kohlenstoff, 5,68 Wasserstoff, 43,93 Sauerstoff, 4,02 Asche, das lufttrockene Stroh verliert bei der Siedhitze 18 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

1780 ℔ Stroh enthalten demnach 676 ℔ Kohlenstoff. In 100 Th. Korn sind 43 Th. Kohlenstoff enthalten; in 800 Th. mithin 344 ℔. Beide zusammen geben 1020 ℔ Kohlenstoff.

2500 Quadratmeter Wiese, Wald bringen mithin hervor an Kohlenstoff 1007 ℔.

" " Culturland, Runkelrüben ohne Blätter . . . . 936 ℔.

" " " Getreide . . . 1020 ℔.

Aus diesen unverwerflichen Thatsachen muß geschlossen werden, daß gleiche Flächen culturfähiges Land eine gleiche Quantität Kohlenstoff produciren; aber wie unendlich verschieden sind die Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen gewesen, die man darauf gezogen hat.

Wo nimmt, muß man fragen, das Gras auf den Wiesen, das Holz in dem Walde seinen Kohlenstoff her, da man ihm keinen Dünger, keinen Kohlenstoff als Nahrung zugeführt hat, und woher kommt es, daß der Boden, weit entfernt, an Kohlenstoff ärmer zu werden, sich jährlich noch verbessert?

Jedes Jahr nahmen wir dem Wald, der Wiese eine gewisse Quantität von Kohlenstoff in der Form an Heu und Holz, und demungeachtet finden wir, daß der Kohlenstoffgehalt des Bodens zunimmt, daß er an Humus reicher wird.

Wir ersetzen, so sagt man, dem Getreide und Fruchtland durch den Dünger, den, als Kraut, Stroh, als Saamen oder Frucht hinweggenommenen Kohlenstoff wieder, und dennoch bringt dieser Boden nicht mehr Kohlenstoff hervor, als der Wald und die Wiese, denen er nie ersetzt wird. Ist es denkbar, daß die Gesetze der Ernährung der Pflanzen durch die Cultur geändert werden können, daß für das Getreide und die Futtergewächse andere Quellen des Kohlenstoffs existiren als für das Gras und die Bäume in den Wiesen und Wäldern?

Niemanden wird es in den Sinn kommen, den Einfluß des Düngers auf die Entwickelung der Culturgewächse zu läugnen, allein mit positiver Gewißheit kann man behaupten, daß er zur Hervorbringung des Kohlenstoffs in den Pflanzen nicht gedient, daß er keinen directen Einfluß darauf gehabt hat, denn wir finden ja, daß der Kohlenstoff, vom gedüngten Lande hervorgebracht, nicht mehr beträgt, als der Kohlenstoff des ungedüngten. Die Frage nach der Wirkungsweise des Düngers hat mit der nach dem Ursprung des Kohlenstoffs nicht das Geringste zu thun. Der Kohlenstoff der Vegetabilien muß nothwendigerweise aus einer andern Quelle stammen, und da es der Boden nicht ist, der ihn liefert, so kann diese nur die Atmosphäre sein.

Bei der Lösung des Problems über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen hat man durchaus unberücksichtigt gelassen, daß diese Frage gleichzeitig den Ursprung des Humus umfaßt.

Der Humus entsteht nach aller Ansicht durch Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen; eine Urdammerde, einen Urhumus kann es also nicht geben, denn es waren vor dem Humus Pflanzen vorhanden. Wo nahmen nun diese ihren Kohlenstoff her, und in welcher Form ist der Kohlenstoff in der Atmosphäre enthalten?

Diese beiden Fragen umfassen zwei der merkwürdigsten Naturerscheinungen, welche, gegenseitig ununterbrochen in Thätigkeit, das Leben und Fortbestehen der Thiere und Vegetabilien auf unendliche Zeiten hinaus auf die bewunderungswürdigste Weise bedingen und vermitteln.

Die eine dieser Fragen bezieht sich auf den unveränderlichen Gehalt der Luft an Sauerstoff: zu jeder Jahreszeit und in allen Klimaten hat man darin in 100 Volum-Theilen 21

Volum Sauerstoff, mit so geringen Abweichungen gefunden, daß sie als Beobachtungsfehler angesehen werden müssen.

So außerordentlich groß nun auch der Sauerstoffgehalt der Luft bei einer Berechnung sich darstellt, so ist seine Menge dennoch nicht unbegrenzt, sie ist im Gegentheil eine erschöpfbare Größe.

Wenn man nun erwägt, daß jeder Mensch in 24 Stunden 45 Cubicfuß (hessische) Sauerstoff in dem Athmungsproceß verzehrt, daß 10 Ctr. Kohlenstoff bei ihrem Verbrennen 58112 Cubicfuß Sauerstoff verzehren, daß eine einzige Eisenhütte hunderte von Millionen Cubicfuß, daß eine kleine Stadt, wie Gießen, in dem zum Heitzen dienenden Holz allein über 1000 Millionen Cubicfuß Sauerstoff der Atmosphäre entziehen, so bleibt es völlig unbegreiflich, wenn keine Ursache existirt, durch welche der hinweggenommene Sauerstoff wieder ersetzt wird, wie es möglich sein kann, daß nach Zeiträumen, die man in Zahlen nicht auszudrücken weiß*), der Sauerstoffgehalt der Luft nicht kleiner geworden ist, daß die Luft in den Thränenkrügen, die vor 1800 Jahren in Pompeji verschüttet wurden, nicht mehr davon, als wie heute enthält. Woher kommt es also, daß dieser Sauerstoffgehalt eine Größe ist, die sich nie ändert.

---

*) Die Luft enthält im Maximo $^{66}/_{100000}$ kohlensaures Gas und $^{21000}/_{100000}$ Sauerstoffgas. Ein Mensch verzehrt in einem Jahre 166,075 Cubicfuß Sauerstoffgas (45000 Cubiczoll in einem Tage nach Lavoisier, Seguin und Davy), tausend Millionen Menschen verzehren demnach in einem Jahre 166 Billionen Cubicfuß, $= {}^1/_{1000}$ der Quantität, welche in der Luft in der Form von Kohlensäure enthalten ist. In 1000 Jahren müßte sich der Gehalt der Kohlensäure verdoppeln, und in 303 Mal so viel Jahren würden die Menschen allein allen Sauerstoff verzehrt und in Kohlensäure verwandelt haben. Der Verbrauch durch Thiere und Verbrennungsprocesse ist hierbei nicht in Anschlag gebracht.

Die Beantwortung dieser Frage hängt mit einer andern aufs's engste zusammen, wo die Kohlensäure nemlich hinkommt, die durch das Athmen der Thiere, durch Verbrennungsprocesse gebildet wird. Ein Cubicfuß Sauerstoff, der sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigt, ändert sein Volumen nicht; aus den Billionen Cubicfuß verzehrten Sauerstoffgases sind eben so viel Billionen Cubicfuß Kohlensäure entstanden und in die Atmosphäre gesendet worden.

Durch die genauesten und zuverlässigsten Versuche ist von de Saussure ausgemittelt worden, daß die Luft, dem Volumen nach, im Mittel aller Jahreszeiten nach dreijährigen Beobachtungen 0,000415 Volumentheile Kohlensäure enthält.

Die Beobachtungsfehler, welche diesen Gehalt verkleinern mußten, in Anschlag gebracht, kann man annehmen, daß das Gewicht der Kohlensäure nahe $\frac{1}{1000}$ des Gewichts der Luft beträgt.

Dieser Gehalt wechselt nach den Jahreszeiten, er ändert sich aber nicht in verschiedenen Jahren.

Wir kennen keine Thatsache, welche zur Vermuthung berechtigt, daß dieser Gehalt vor Jahrhunderten oder Jahrtausenden ein anderer war, und dennoch müßten ihn die ungeheuren Massen Kohlensäure, welche jährlich in der Atmosphäre der vorhandenen sich hinzufügen, von Jahr zu Jahr bemerkbar vergrößern, allein bei allen frühern Beobachtern findet man ihn um die Hälfte bis zum zehnfachen Volum höher angegeben, woraus man höchstens schließen kann, daß er sich vermindert hat.

Man bemerkt leicht, daß die im Verlauf der Zeit stets unveränderlichen Mengen von Kohlensäure und Sauerstoffgas in der Atmosphäre zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen müssen; es muß eine Ursache vorhanden sein, welche die

Anhäufung der Kohlensäure hindert, und die sich bildende unaufhörlich wieder entfernt; es muß eine Ursache geben, durch welche der Luft der Sauerstoff wieder ersetzt wird, den sie durch Verbrennungsprocesse, durch Verwesung und durch die Respiration der Menschen und Thiere verliert.

Beide Ursachen vereinigen sich zu einer einzigen in dem Lebensprocesse der Vegetabilien.

In den vorhergehenden Beobachtungen ist der Beweis niedergelegt worden, daß der Kohlenstoff der Vegetabilien ausschließlich aus der Atmosphäre stammt.

In der Atmosphäre existirt nun der Kohlenstoff nur in der Form von Kohlensäure, in der Form also einer Sauerstoffverbindung.

Die Hauptbestandtheile der Vegetabilien, gegen deren Masse die Masse der übrigen verschwindend klein ist, enthalten, wie oben erwähnt wurde, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers; alle zusammen enthalten weniger Sauerstoff als die Kohlensäure.

Es ist demnach gewiß, daß die Pflanzen, indem sie den Kohlenstoff der Kohlensäure sich aneignen, die Fähigkeit besitzen müssen, die Kohlensäure zu zerlegen; die Bildung ihrer Hauptbestandtheile setzt eine Trennung des Kohlenstoffs von dem Sauerstoff voraus; der letztere muß, während dem Lebensproceß der Pflanze, während sich der Kohlenstoff mit dem Wasser oder seinen Elementen verbindet, an die Atmosphäre wieder zurückgegeben werden. Für jedes Volumen Kohlensäure, deren Kohlenstoff Bestandtheil der Pflanze wird, muß die Atmosphäre ein gleiches Volumen Sauerstoff empfangen.

Diese merkwürdige Fähigkeit der Pflanzen ist durch zahllose Beobachtungen auf das unzweifelhafteste bewiesen worden; ein Jeder kann sich mit den einfachsten Mitteln von ihrer Wahrheit überzeugen.

Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen saugen nemlich kohlensaures Gas ein und hauchen ein ihm gleiches Volum Sauerstoffgas aus.

Die Blätter und grünen Theile besitzen dieses Vermögen selbst dann noch, wenn sie von der Pflanze getrennt sind; bringt man sie in diesem Zustande in Wasser, welches Kohlensäure enthält, und setzt sie dem Sonnenlichte aus, so verschwindet nach einiger Zeit die Kohlensäure gänzlich, und stellt man diesen Versuch unter einer mit Wasser gefüllten Glasglocke an, so kann man das entwickelte Sauerstoffgas sammeln und prüfen; wenn die Entwicklung von Sauerstoffgas aufhört, ist auch die gelöste Kohlensäure verschwunden, setzt man aufs Neue Kohlensäure hinzu, so stellt sie sich von Neuem ein.

In einem Wasser, welches frei von Kohlensäure ist, oder ein Alkali enthält, was sie vor der Asimilation schützt, entwickeln die Pflanzen kein Gas.

Diese Beobachtungen sind zuerst von Priestley und Sennebier gemacht, und von de Saussure ist in einer Reihe vortrefflich ausgeführter Versuche bewiesen worden, daß mit der Abscheidung des Sauerstoffs, mit der Zersetzung der Kohlensäure die Pflanze an Gewicht zunimmt. Diese Gewichtsvermehrung beträgt mehr, als der Quantität des aufgenommenen Kohlenstoffs entspricht, was vollkommen der Vorstellung gemäß ist, daß mit dem Kohlenstoff gleichzeitig die Elemente des Wassers von der Pflanze assimilirt werden.

Ein eben so erhabener als weiser Zweck hat das Leben der Pflanzen und Thiere auf eine wunderbar einfache Weise aufs engste aneinander geknüpft.

Ein Bestehen einer reichen üppigen Vegetation kann gedacht werden ohne Mitwirkung des thierischen Lebens, aber die

Existenz der Thiere ist ausschließlich an die Gegenwart, an die Entwicklung der Pflanzen gebunden.

Die Pflanze liefert nicht allein dem thierischen Organismus in ihren Organen die Mittel zur Nahrung, zur Erneuerung und Vermehrung seiner Masse, sie entfernt nicht nur aus der Atmosphäre die schädlichen Stoffe, die seine Existenz gefährden, sondern sie ist es auch allein, welche den höheren organischen Lebensproceß, die Respiration mit der ihr unentbehrlichen Nahrung versieht; sie ist eine unversiegbare Quelle des reinsten und frischesten Sauerstoffgases, sie ersetzt der Atmosphäre in jedem Momente, was sie verlor.

Alle übrigen Verhältnisse gleich gesetzt, athmen die Thiere Kohlenstoff aus, die Pflanzen athmen ihn ein, das Medium, in dem es geschieht, die Luft, kann in ihrer Zusammensetzung nicht geändert werden.

Ist nun, kann man fragen, der dem Anschein nach so geringe Kohlensäuregehalt der Luft, ein Gehalt, der dem Gewicht nach nur $^1/_{10}$ p. c. beträgt, überhaupt nur genügend, um den Bedarf der ganzen Vegetation aus der Oberfläche der Erde zu befriedigen, ist es möglich, daß dieser Kohlenstoff aus der Luft stammt?

Diese Frage ist unter allen am leichtesten zu beantworten. Man weiß, daß auf jeden Quadratfuß der Oberfläche der Erde eine Luftsäule ruht, welche 2216,66 ℔ wiegt; man kennt den Durchmesser und damit die Oberfläche der Erde; man kann mit der größten Genauigkeit das Gewicht der Atmosphäre berechnen; der tausendste Theil dieses Gewichts ist Kohlensäure, welche etwas über 27 p. c. Kohlenstoff enthält. Aus dieser Berechnung ergiebt sich nun, daß die Atmosphäre 3000 Billionen ℔ Kohlenstoff enthält, eine Quantität, welche mehr beträgt, als das Gewicht aller Pflanzen, der Stein- und Braunkohlenlager

auf dem ganzen Erdkörper zusammengenommen. Dieser Kohlenstoff ist also mehr als hinreichend, um den Bedarf zu genügen. Der Kohlenstoffgehalt des Meerwassers ist verhältnißmäßig noch größer.

Nehmen wir an, daß die Oberfläche der Blätter und grünen Pflanzentheile, durch welche die Absorbtion der Kohlensäure geschieht, doppelt so viel beträgt, als die Oberfläche des Bodens, auf dem die Pflanze wächst, was beim Wald, bei den Wiesen und Getreidefeldern, die den meisten Kohlenstoff produciren, weit unter der wirklich thätigen Oberfläche ist; nehmen wir ferner an, daß von einem Morgen, von 80000 Quadratfuß also, in jeder Zeitsecunde, 8 Stunden täglich, der Luft 0,00067 ihres Volumens oder $^1/_{1000}$ ihres Gewichtes an Kohlensäure entzogen wird, so nehmen diese Blätter in 200 Tagen 1000 ℔ Kohlenstoff auf *).

---

*) Wieviel Kohlensäure der Luft in einer gegebenen Zeit entzogen werden kann, giebt folgende Rechnung zu erkennen: Bei dem Weißen eines kleinen Zimmers von 105 Meter Fläche (Wände und Decke zusammengenommen) erhält es in 4 Tagen 6 Anstriche mit Kalkmilch, es wird ein Ueberzug von kohlensaurem Kalk gebildet, zu welchem die Luft die Kohlensäure liefert. Nach einer genauen Bestimmung erhält ein Quadratdecimeter Fläche einen Ueberzug von kohlensaurem Kalk, welcher 0,732 Grm. wiegt. Obige 105 Meter sind mithin bedeckt mit 7686 Grm. kohlensauren Kalk, welche 4325,6 Grm. Kohlensäure enthalten. Das Gewicht eines Cubicdecimeters Kohlensäure zu 2 Grm. angenommen (er wiegt 1,97978 Grm.) absorbirt mithin obige Fläche 2,163 Cubicmeter Kohlensäure in 4 Tagen.

Ein Morgen Land = 2500 Quadratmeter würde bei einer gleichen Behandlung in 4 Tagen 51½ Cubicmeter Kohlensäure = 3296 Cubicfuß, Kohlensäure absorbiren, in zweihundert Tagen würde dieß 2575 Cubicmeter = 164,800 Cubicfuß = 10300 ℔ Kohlensäure = 2997 ℔ Kohlenstoff, also etwa dreimal mehr betragen, als die Blätter und Wurzeln der Pflanzen, die auf diesem Boden wachsen, wirklich assimiliren.

In keinem Zeitmomente ist aber in dem Leben einer Pflanze, in den Functionen ihrer Organe, ein Stillstand denkbar. Die Wurzeln und alle Theile derselben, welche die nemliche Fähigkeit besitzen, saugen beständig Wasser, sie athmen Kohlensäure ein; diese Fähigkeit ist unabhängig von dem Sonnenlichte; sie häuft sich während des Tages im Schatten und bei Nacht in allen Theilen der Pflanze an, und erst von dem Augenblicke an, wo die Sonnenstrahlen sie treffen, geht die Assimilation des Kohlenstoffs, die Aushauchung von Sauerstoffgas vor sich; erst in dem Momente, wo der Keim die Erde durchbricht, färbt er sich von der äußersten Spitze abwärts, die eigentliche Holzbildung nimmt damit ihren Anfang.

Die Tropen, der Aequator, die heißen Klimate, wo ein selten bewölkter Himmel der Sonne gestattet, ihre glühenden Strahlen einer unendlich reichen Vegetation zuzusenden, sind die eigentlichen, ewig unversiegbaren Quellen des Sauerstoffgases; in den gemäßigten und kalten Zonen, wo künstliche Wärme die fehlende Sonne ersetzen muß, wird die Kohlensäure, welche die tropischen Pflanzen ernährt, im Ueberfluß erzeugt; derselbe Luftstrom, welcher, veranlaßt durch die Umdrehung der Erde, seinen Weg von dem Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort erzeugten Sauerstoff und führt ihm die Kohlensäure unserer Winter zu.

Die Versuche von de Saussure haben dargethan, daß die oberen Schichten der Luft mehr Kohlensäure als die unteren enthalten, die mit den Pflanzen sich in Berührung befinden, daß der Kohlensäuregehalt der Luft größer ist bei Nacht, als bei Tag, wo das eingesaugte kohlensaure Gas zersetzt wird.

Die Pflanzen verbessern die Luft, indem sie die Kohlensäure entfernen, indem sie den Sauerstoff erneuern; dieser Sauerstoff kommt Menschen und Thieren zuerst und unmittelbar zu

Gut. Die Bewegung der Luft in horizontaler Richtung bringt uns so viel zu, als sie hinwegführt; der Luftwechsel von Unten nach Oben, in Folge der Ausgleichung der Temperaturen, er ist, verglichen mit dem Wechsel durch Winde, verschwindend klein.

Die Cultur erhöht den Gesundheitszustand der Gegenden; mit dem Aufhören aller Cultur werden sonst gesunde Gegenden unbewohnbar.

Wir erkennen in dem Leben der Pflanze, in der Assimilation des Kohlenstoffs, als die wichtigste ihrer Functionen, eine Sauerstoffausscheidung, man kann sagen eine Sauerstofferzeugung.

Keine Materie kann als Nahrung, als Bedingung ihrer Entwickelung angesehen werden, deren Zusammensetzung ihrer eigenen gleich oder ähnlich ist, deren Assimilation also erfolgen könnte, ohne dieser Function zu genügen.

In dem zweiten Theile sind die Beweise niedergelegt, daß die in Verwesung begriffene Holzfaser, der Humus, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers ohne überschüssigen Sauerstoff enthält; ihre Zusammensetzung weicht nur in so fern von der des Holzes ab, daß sie reicher an Kohlenstoff ist.

Die Pflanzenphysiologen haben die Bildung der Holzfaser aus Humus für sehr begreiflich erklärt, denn, sagen sie (Meyer Pflanzenphysiologie II. S. 141.), der Humus darf nur Wasser chemisch binden, um die Bildung von Holzfaser, Stärke oder Zucker zu bewirken.

Die nemlichen Naturforscher haben aber die Erfahrung gemacht, daß Zucker, Amylon und Gummi in ihren wässrigen Auflösungen von den Wurzeln der Pflanzen eingesaugt und in alle Theile der Pflanze geführt werden, allein sie werden von

der Pflanze nicht assimilirt, sie können zu ihrer Ernährung und Entwickelung nicht angewendet werden.

Es läßt sich nun kaum eine Form denken, bequemer für Assimilation, als die Form von Zucker, Gummi oder Stärke, denn diese Körper enthalten ja alle Elemente der Holzfaser und stehen zu ihr in dem nemlichen Verhältniß, wie der Humus; allein sie ernähren die Pflanze nicht.

Eine durchaus falsche Vorstellung, ein Verkennen der wichtigsten Lebensfunktionen der Pflanze, liegt der Ansicht von der Wirkungsweise des Humus zum Grunde.

Die Analogie hat die unglückliche Vergleichung der Lebensfunctionen der Pflanzen mit denen der Thiere in dem Bett des Procrustes erzeugt, sie ist die Mutter, die Gebärerin aller Irrthümer.

Materien, wie Zucker, Amylon ꝛc., welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten, sind Producte des Lebensprocesses der Pflanzen, sie leben nur, insofern sie sie erzeugen. Dasselbe muß von dem Humus gelten, denn er kann eben so wie diese, in Pflanzen gebildet werden. Smithson, Jameson und Thomson fanden, daß die schwarzen Ausschwitzungen von kranken Ulmen, Eichen und Roßkastanien aus Humussäure in Verbindung mit Alkalien bestehen.

Berzelius fand ähnliche Materien in den meisten Baumrinden. Kann man nun in der That voraussetzen, daß die kranken Organe einer Pflanze diejenige Materie zu erzeugen vermögen, der man die Fähigkeit zuschreibt, das Leben dieser Pflanze, ihr Gedeihen zu unterhalten!

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß in den Schriften aller Botaniker und Pflanzenphysiologen die Assimilation des Kohlenstoffs aus der Atmosphäre in Zweifel ge-

stellt, daß von den Meisten die Verbesserung der Luft durch die Pflanzen geläugnet wird?

Diese Zweifel sind hervorgegangen aus dem Verhalten der Pflanzen bei Abwesenheit des Lichtes, nemlich in der Nacht.

An die Versuche von Ingenhouß knüpfen sich zum großen Theil die Zweifel, welche der Ansicht entgegengestellt werden, daß die Pflanzen die Luft verbessern. Seine Beobachtung, daß die grünen Pflanzen im Dunklen Kohlensäure aushauchen, haben de Saussure und Grischow zu Versuchen geführt, aus denen sich herausgestellt hat, daß sie in der That Sauerstoff im Dunklen einsaugen und dafür Kohlensäure aushauchen, und daß sich die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, im Volumen vermindert; es ist hieraus klar, daß die Menge des absorbirten Sauerstoffgases größer ist, als das Volumen der abgeschiedenen Kohlensäure — es hätte sonst keine Luftverminderung stattfinden können. Diese Thatsache kann nicht in Zweifel gezogen werden, allein die Interpretationen, die man ihr unterlegt hat, sind so vollkommen falsch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemischen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmosphäre, die sie umgiebt, erklärt, wie man zu diesen Ansichten gelangen konnte.

Es ist bekannt, daß der indifferente Stickstoff, das Wasserstoffgas, daß eine Menge anderer Gase eine eigenthümliche, meist schädliche Wirkung auf die lebenden Pflanzen ausüben. Ist es nun denkbar, daß eins der kräftigsten Agentien, der Sauerstoff, wirkungslos auf eine Pflanze bliebe, sobald sie sich in dem Zustande des Lebens befindet, wo einer ihrer eigenthümlichen Assimilationsprocesse aufgehört hat?

Man weiß, daß mit der Abwesenheit des Lichtes die Zersetzung der Kohlensäure ihre Grenze findet. Mit der Nacht beginnt ein rein chemischer Proceß, in Folge der Wechselwir-

kung des Sauerstoffs der Luft auf die Bestandtheile der Blätter, Blüthen und Früchte.

Dieser Proceß hat mit dem Leben der Pflanze nicht das Geringste gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derselben Form auf, wie in der lebenden.

Es läßt sich mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit aus den bekannten Bestandtheilen der Blätter verschiedener Pflanzen vorausbestimmen, welche davon den meisten Sauerstoff im lebenden Zustande während der Abwesenheit des Lichtes absorbiren werden. Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatische flüchtige Bestandtheile enthalten, die sich durch Aufnahme des Sauerstoffs in Harz verwandeln, werden mehr Sauerstoff einsaugen als andere, welche frei davon sind. Andere wieder, in deren Safte sich die Bestandtheile der Galläpfel befinden oder stickstoffreiche Materien enthalten, werden mehr Sauerstoff aufnehmen, als die, worin diese Bestandtheile fehlen. Die Beobachtungen de Saussure's sind entscheidende Beweise für dieses Verhalten; während die Agave americana, mit ihren fleischigen geruch- und geschmacklosen Blättern, nur 0,3 ihres Volumens Sauerstoff in 24 Stunden im Dunkeln absorbiren, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der Pinus abies die 10fache, die gerbesäurehaltigen der Quercus robur die 14fache, die balsamischen Blätter der Populus alba die 21fache Menge an Sauerstoff auf. Wie zweifellos und augenscheinlich zeigt sich diese chemische Action in den Blättern der Cotyledon Calycina, der Cacalia ficoides und anderen, sie sind des Morgens sauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geschmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet also ein reiner Säurebildungs-, Oxidationsproceß statt, am Tage und gegen Abend stellt sich der Proceß der Sauerstoffausscheidung ein, die Säure geht in

Subſtanzen über, welche Waſſerſtoff und Sauerſtoff im Verhältniß wie im Waſſer, oder noch weniger Sauerſtoff enthalten, wie in allen geſchmackloſen und bitteren Materien.

Ja man könnte aus den verſchiedenen Zeiten, welche die grünen Blätter der Pflanzen bedürfen, um durch den Einfluß der atmoſphäriſchen Luft ihre Farbe zu ändern, die abſorbirten Sauerſtoffmengen annähernd beſtimmen. Diejenigen, welche ſich am längſten grün erhalten, werden in gleichen Zeiten weniger Sauerſtoff aufnehmen als andere, deren Beſtandtheile eine raſche Veränderung erfahren. Man findet in der That, daß die Blätter von Ilex aquifolium, ausgezeichnet durch die Beſtändigkeit, mit welcher ſie ihre Farbe bewahren, 0,86 ihres Volumens Sauerſtoff in derſelben Zeit aufnehmen, in welcher die ſo leicht und ſchnell ihre Farbe verändernden Blätter der Pappel und Buche, die eine das 8fache, die andere das 9½fache ihres Volumens abſorbiren.

Das Verhalten der grünen Blätter der Eiche, Buche und Stechpalme, welche unter der Luftpumpe bei Abſchluß des Lichtes getrocknet und nach Befeuchtung mit Waſſer unter eine graduirte Glocke mit Sauerſtoffgas gebracht werden, entfernt jeden Zweifel über dieſen chemiſchen Proceß. Alle vermindern das Volumen des eingeſchloſſenen Sauerſtoffgaſes, und zwar in dem nämlichen Verhältniß, als ſie ihre Farbe ändern. Dieſe Luftverminderung kann nur auf der Bildung von höheren Oxiden, oder einer Oxidation des Waſſerſtoffs der an dieſem Elemente reichen Beſtandtheile der Pflanzen beruhen.

Die Eigenſchaft der grünen Blätter, Sauerſtoff aufzunehmen, gehört aber auch dem friſchen Holze an, gleichgültig ob es von Zweigen oder dem Innern eines Stammes genommen worden iſt. Bringt man es in dem feuchten Zuſtande, wie es vom Baume genommen wird, in feinen Spänen unter eine

Glocke mit Sauerſtoffgas, ſo findet man ſtets im Anfange das Volumen des Sauerſtoffs verringert; während das trockene befeuchtete Holz, welches eine Zeitlang der Atmoſphäre ausgeſetzt geweſen iſt, den umgebenden Sauerſtoff in Kohlenſäure ohne Aenderung des Volumens verwandelt, nimmt alſo das friſche Holz mehr Sauerſtoff auf.

Die Herren Peterſen und Schödler haben durch ſorgfältige Elementaranalyſe von 24 verſchiedenen Holzarten bewieſen, daß ſie Kohlenſtoff, die Elemente des Waſſers und noch außerdem eine gewiſſe Menge Waſſerſtoff im Ueberſchuß enthalten; das Eichenholz, friſch vom Baume genommen und bei 100° getrocknet, enthielt 49,432 Kohlenſtoff, 6,069 Waſſerſtoff und 44,499 Sauerſtoff.

Die Quantität Waſſerſtoff, welche nöthig iſt, um mit 44,498 Sauerſtoff Waſſer zu bilden, iſt $\frac{1}{8}$ dieſer Quantität, nemlich 5,56, es iſt klar, daß das Eichenholz $\frac{1}{12}$ mehr Waſſerſtoff enthält, als dieſem Verhältniß entſpricht, Pinus larix, Abies und Picea enthalten $\frac{1}{7}$, die Linde (Tilia europaea), ſogar $\frac{1}{5}$ mehr Waſſerſtoff; man ſieht leicht, daß der Waſſerſtoffgehalt in einiger Beziehung ſteht zu dem ſpecifiſchen Gewichte, die leichten Holzarten enthalten mehr davon als die ſchweren; das Ebenholz (Diospyros Ebenum) enthält genau die Elemente des Waſſers.

Der Unterſchied in der Zuſammenſetzung der Holzarten von der der reinen Holzfaſer beruht unleugbar auf der Gegenwart von waſſerſtoffreichen und ſauerſtoffarmen, zum Theil löslichen Beſtandtheilen, in Harz und anderen Stoffen, deren Waſſerſtoff ſich in der Analyſe zu dem der Holzfaſer addirt.

Wenn nun, wie erwähnt worden iſt, das in Verweſung begriffene Eichenholz, Kohle und die Elemente des Waſſers, ohne Ueberſchuß an Waſſerſtoff enthält, wenn es während ſei-

ner Verwesung das Volumen der Luft nicht ändert, so muß nothwendig dieses Verhältniß im Beginn der Verwesung ein anderes gewesen sein, denn in den wasserstoffreichen Bestandtheilen des Holzes ist der Wasserstoff vermindert worden, und diese Verminderung kann nur durch eine Absorbtion des Sauerstoffs bewirkt worden sein.

Die meisten Pflanzenphysiologen haben die Aushauchung der Kohlensäure während der Nacht mit der Aufnahme von Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in Verbindung gebracht, sie betrachten diese Thätigkeit als den wahren Athmungsprocess der Pflanzen, welcher wie bei den Thieren eine Entkohlung zur Folge hat. Es giebt kaum eine Meinung, deren Basis schwankender, man kann sagen, unrichtiger ist.

Die von den Blättern, von den Wurzeln mit dem Wasser aufgenommene Kohlensäure wird mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zersetzt, sie bleibt in dem Safte gelöst, der alle Theile der Pflanze durchdringt; in jedem Zeitmomente verdunstet mit dem Wasser aus den Blättern eine ihrem Gehalt entsprechende Menge Kohlensäure.

Ein Boden, in welchem die Pflanzen kräftig vegetiren, enthält als eine nie fehlende Bedingung ihres Lebens, unter allen Umständen eine gewisse Quantität Feuchtigkeit, nie fehlt in diesem Boden kohlensaures Gas, gleichgültig ob es von demselben aus der Luft aufgenommen oder durch die Verwesung von Vegetabilien erzeugt wird; kein Brunnen- oder Quellwasser, nie ist das Regenwasser frei von Kohlensäure; in keinerlei Perioden des Lebens einer Pflanze hört das Vermögen der Wurzel auf, Feuchtigkeit und mit derselben Luft und Kohlensäure einzusaugen.

Kann es nun auffallend sein, daß diese Kohlensäure mit dem verdunstenden Wasser von der Pflanze an die Atmosphäre

unverändert wieder zurückgegeben wird, wenn die Ursache der Fixirung des Kohlenstoffs, wenn das Licht fehlt?

Diese Aushauchung von Kohlensäure hat mit dem Assimilationsproceß, mit dem Leben der Pflanze eben so wenig zu thun, als wie die Einsaugung des Sauerstoffs. Beide stehen mit einander nicht in der geringsten Beziehung, der eine ist ein rein mechanischer, der andere ein rein chemischer Proceß. Ein Docht von Baumwolle, den man in eine Lampe verschließt, welche eine mit Kohlensäure gesättigte Flüssigkeit enthält, wird sich gerade so verhalten, wie eine lebende Pflanze in der Nacht, Wasser und Kohlensäure werden durch Capillarität aufgesaugt, beide verdunsten außerhalb an dem Dochte wieder.

Pflanzen, welche in einem feuchten, an Humus reichen Boden leben, werden in der Nacht mehr Kohlensäure aushauchen, als andere an trockenen Standörtern, nach dem Regen mehr als bei trockener Witterung; alle diese Einflüsse erklären die Menge von Widersprüchen in den Beobachtungen, die man in Beziehung auf die Veränderung der Luft durch lebende Pflanzen oder durch abgeschnittene Zweige davon, bei Abschluß des Lichtes oder im gewöhnlichen Tageslichte gemacht hat. Widersprüche, welche keiner Beachtung werth sind, da sie nur Thatsachen feststellen, ohne die Frage zu lösen.

Es giebt aber noch andere entscheidende Beweise, daß die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie überhaupt derselben entziehen, Beweise, die sich freilich nur an den Pflanzen, welche unter Wasser leben, mit Sicherheit führen lassen.

Wenn die Oberfläche von Teichen und Gräben, deren Boden mit grünen Pflanzen bedeckt ist, im Winter gefriert, so daß das Wasser von der Atmosphäre völlig durch eine Schicht klaren Eises abgeschlossen ist, so sieht man während des Ta-

ges und ganz vorzüglich während die Sonne auf das Eis fällt, unaufhörlich kleine Luftbläschen von den Spitzen der Blätter und kleineren Zweige sich lösen, die sich unter dem Eise zu großen Blasen sammeln; diese Luftblasen sind reines Sauerstoffgas, was sich beständig vermehrt; weder bei Tage, wenn die Sonne nicht scheint, noch bei Nacht, läßt sich eine Verminderung beobachten. Dieser Sauerstoff rührt von der Kohlensäure her, die sich in dem Wasser befindet, und in dem Grade wieder ersetzt wird, als sie die Pflanzen hinwegnehmen; sie wird ersetzt durch fortschreitende Fäulnißprocesse in abgestorbenen Pflanzenüberresten. Wenn demnach diese Pflanzen Sauerstoffgas während der Nacht einsaugen, so kann seine Menge nicht mehr betragen, als das umgebende Wasser aufgelöst enthält, denn der in Gasform abgeschiedene wird nicht wieder aufgenommen.

Das Verhalten der Wasserpflanzen kann nicht als Ausnahme eines großen Naturgesetzes gelten, um so weniger, da die Abweichungen der in der Luft lebenden Gewächse in ihrem Verhalten gegen die Atmosphäre ihre natürliche Erklärung finden.

Die Meinung, daß die Kohlensäure ein Nahrungsmittel für die Pflanzen sei, daß sie den Kohlenstoff derselben in ihre eigene Masse aufnehmen, ist nicht neu; sie ist von den einsichtsvollsten und gediegensten Naturforschern, von Priestley, Sennebier, Ingenhouse, de Saussure und anderen, aufgestellt, bewiesen und vertheidigt worden.

Es giebt in der Naturwissenschaft kaum eine Ansicht, für welche man entschiedenere und schärfere Beweise hat; woraus läßt sich nun erklären, daß sie von den meisten Pflanzenphysiologen in ihrer Ausdehnung nicht anerkannt, daß sie von vielen bestritten, daß sie von einzelnen als widerlegt betrachtet wird?

Allem diesem zusammengenommen unterliegen zwei Ursachen, die wir jetzt beleuchten wollen.

Die eine dieser Ursachen ist, daß sich in der Botanik alle Talente und Kräfte in der Erforschung des Baues und der Structur, in der Kenntniß der äußeren Form versplittert haben, daß man die Chemie und Physik bei der Erklärung der einfachsten Processe nicht mit im Rathe sitzen läßt, daß man ihre Erfahrungen und Gesetze als die mächtigsten Hülfsmittel zur Erkenntniß nicht anwendet; man wendet sie nicht an, weil man versäumt, sie kennen zu lernen.

Alle Entdeckungen der Physik und Chemie, alle Auseinandersetzungen des Chemikers, sie müssen für sie erfolg- und wirkungslos bleiben, denn selbst für ihre Coriphäen sind Kohlensäure, Ammoniak, Säuren und Basen bedeutungslose Laute, es sind Worte ohne Sinn, Worte einer unbekannten Sprache, die keine Beziehungen, keine Gedanken erwecken. Sie verfahren wie Ungebildete, welche den Werth und Nutzen der Kenntniß einer fremden Literatur um so tiefer herabsetzen und um so geringschätzender beurtheilen, je weniger sie davon verstehen, denn selbst diejenigen unter ihnen, die sie verstanden, sie sind nicht begriffen worden*).

---

*) Das Wachsen einer Pflanze.

Wie das Entstehen einer Pflanze durch irdische allgemeine Thätigkeit bedingt ist, so auch ihr Wachsen und Bestehen. Das Wachsen der Pflanzen geschieht allseitig und nur vorherrschend stärker nach gewissen Richtungen unter bestimmten Umständen. Um die Gesetze, nach welchen das Wachsen und das Gestalten der Pflanzen stattfindet, nur einigermaßen begreiflich finden zu können, muß man die folgenden naturwissenschaftlichen Ansichten sich deutlich gemacht haben.

1. Jeder stoffige Körper ist seinem Wesen nach der Schwere unterworfen, und auch der Pflanzenkörper folgt ihr, und die Pflanze überwindet nur theilweise durch eigene Selbstthätigkeit diese Kraft.

Die Physiologen verwerfen in der Erforschung der Geheimnisse des Lebens die Chemie, und dennoch kann sie es allein nur sein, welche den richtigen Weg zum Ziele führt, sie verwerfen die Chemie, weil sie zerstört, indem sie Erkenntniß sucht, weil sie nicht wissen, daß sie dem Messer des Anatomen gleicht, welcher den Körper, das Organ, als solche vernichten muß, wenn er Rechenschaft über Bau, Structur und über

---

2. Das Licht offenbart sich in der Natur als das unendlich Schaffende, so daß es (nach Steffens) das für die Natur ist, was das Bewußtsein für das geistige Leben. Durch Licht ist daher alles Leben erst möglich und jede Pflanze verlangt ihrem Wesen nach eine bestimmte Einwirkung des Lichtes, so daß bei zu viel Licht die Pflanze an Ueberreiz, und bei zu wenig Licht aus Mangel an Ueberreiz stirbt.
3. Kälte und Wärme sind begleitende Erscheinungen der Dinge beim Uebergange zum formlosen, theils zum besonderen mit innerem Gegensatze, und sie zeigen überhaupt nur Zustände der Dinge an. Da nun im Zustande der Kälte Alles erstarrt und nur in dem der Wärme etwas thätig oder flüssig sein kann, so können auch Pflanzen nur im Zustande der Wärme thätig sein, also entstehen und wachsen, und jede besondere Pflanze wird einen besonderen Zustand der Wärme verlangen.
4. Das Erdige, zusammengesetzt aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, ist ein Hauptbestandtheil der Pflanze. Weil jedoch der Kohlenstoff als die Grundlage der Erde, als Element erscheint, so ist dieser die unentbehrliche Nahrung für die Pflanzen; darum sind auch alle Pflanzen verbrennlich und verwandeln sich durch das Verbrennen in Kohle. Im luftförmigen Zustande (als Gas) ist der Kohlenstoff nicht rein, sondern mit dem Sauerstoffgas als kohlensaures Gas (Kohlensäure, Urſäure, wie Schwere die Urkraft ist) verbunden, und diese Kohlensäure ist ja so ungemein günstig zum Gedeihen der Pflanzeu.
5. Das Wasser ist der sichtbarste Bestandtheil (oft $^2/_3$) der Pflanzen, so daß ohne dasselbe ebenfalls keine Pflanze möglich ist. Da mithin das Wasser hauptsächlich aus Sauerstoff, etwas vom sogenannten Wasserstoff und einem Minimum des Kohlenstoffs besteht, so stellt der Sauerstoff die Grundlage des Wasserelements dar. Ohne den Sauerstoff keimt nicht einmal ein Saamen, geschweige daß eine Pflanze ohne ihn wachsen könnte.

seine Verrichtungen geben soll;*) sie huldigen dem Ausspruche Hallers und schreiben der Lebenskraft zu, was sie nicht begreifen, was sie nicht erklären können, gerade so, wie man vor 30 Jahren Alles durch Galvanismus ver-

---

6. Durch die Luft, als Element, wird beim Einathmen jedes Leben der Pflanzen (und Thiere) erhalten, und wenn durch ihre Einwirkung, wegen ihrer großen Leichtigkeit, auch die Pflanzenmasse nicht sehr vergrößert wird, so müssen, zum Belebtsein, doch alle Theile von ihr stetig durchdrungen und umgeben sein. Die Grundlage der Luft ist das Stickgas, da dieses aber nicht einfach, sondern mit dem Sauerstoff gemengt erscheint, welche luftförmige Verbindung dann Wasserstoff genannt wird (weil sie beim Zersetzen des Wassers in einer glühenden eisernen Röhre entsteht!), so kann man sagen, die Luft bestehe aus Sauerstoff, Wasserstoff (Stickstoff) und Kohlenstoff, und der Wasserstoff macht einen wesentlichen Bestandtheil der Pflanzen aus.

Das Vorstehende wird hier als Beispiel der Behandlung der Pflanzenphysiologie und der Ansichten mancher Botaniker über die Ernährung der Gewächse gegeben; es ist aus J. A. Reum's, Professor in Tharand (Mitglied mehrerer wissenschaftlichen Vereine ꝛc.), Forstbotanik. 3te Auflage, Leipzig, Arnold'sche Buchhandlung, 1837.

*) Das Axiom unserer Theorie ist also: Die Natur ist die Erscheinung des Unendlichen im Endlichen, da nun das Unendliche das Absolute, Alleinige, das Endliche aber das Relative, Mannichfaltige ist, so giebt es auch nur zwei wesentliche Urformen der Naturthätigkeit.

»In der pflanzlichen und thierisch bewußtlosen Zeugung ist die Befruchtung eine electrische Wirkung bei offner Kette.«

»Bei der innerlichen Begattung wirkt er (der Saame) auf das weibliche Leben selbst, steigert sein Dasein zu einer magnetischen Entfaltung, welche in einer Zersetzung des Fruchtstoffs sich ausspricht, und darin besteht das Wesen der Befruchtung.«

Burdach's Physiologie als Erfahrungswissenschaft III. S. 184 bei Gelegenheit, wo von den Bestandtheilen der Butter die Rede ist.

Die traurige Zeit, wo sich geistreiche und verdienstvolle Männer, mit ähnlichen hohlen nichtssagenden Phrasen, mit Bildern und Phantasiegemälden in der Form von Erklärungen überboten, sie kann als vorübergehend angesehen werden, seitdem eine neue Aera durch Tiedemann's und Gmelin's, Müller's, Valentin's, Arnold's, Wagner's, Schwann's und Anderer Forschungen begonnen hat, eine unerschöpfliche Quelle von Entdeckungen liegt vor ihnen, alles ist von ihren Vorgängern geschehen, um ihnen die Entdeckung der wichtigsten Wahrheiten ungeschmälert zu überlassen.

deutlicht fand, zu einer Zeit, wo man am allerwenigsten die Natur der Electricität erkannt hatte. Darf man sich wundern, wenn man statt Erklärungen und Einsicht nur Bilder, nur Hypothesen findet, kann man von ihnen etwas anderes als Täuschungen und Trugschlüsse erwarten?

Es ist die deutsche Naturphilosophie, die ihren Namen mit so großem Unrechte trägt, welche die Kunst verbreitet hat, ohne gründliche Forschungen und Beobachtungen sich Rechenschaft von den Erscheinungen zu geben, eine Kunst, der es an Jüngern nicht fehlen wird, so lange Arbeiten ohne Mühe und Anstrengung, Aufmunterung und Anerkennung finden; sie zeugte die taubstummen und blinden Kinder der Unwissenheit und des Mangels aller Beobachtungsgabe, sie ist es, die in den vorhergegangenen Jahren alle Fortschritte in ihrem Keime erstickte.

Sobald den Physiologen die geheimnißvolle Lebenskraft in einer Erscheinung entgegentritt, verzichten sie auf ihre Sinne und Fähigkeiten, das Auge, der Verstand, das Urtheil und Nachdenken, alles wird gelähmt, so wie man eine Erscheinung für unbegreiflich erklärt.

Vor dieser allerletzten Ursache befinden sich noch eine Menge letzte. Von dem Ringe aus, wo die Kette anfängt, bis zu uns sind noch eine Menge unbekannte Glieder. Sollen diese Glieder dem menschlichen Geiste unanschaubar bleiben, welcher die Gesetze der Bewegung der Weltkörper erforscht hat, von deren Existenz ihn nur ein einzelnes Organ unterrichtet, ihm, dem auf unsern Erdkörper noch so viele andere Hülfsmittel zu Gebote stehen?

Wenn reine Kartoffelstärke, in Salpetersäure gelöst, einen Ring des reinsten Wachses hinterläßt, was kann dem Schlusse des Chemikers entgegengesetzt werden, daß jedes Stärkekörnchen aus concentrischen Schichten Wachs und Amylon besteht, von

denen die eine und die andere sich gegenseitig sowohl vor dem Angriff des Wassers als des Aethers schützen? Kann man zu Schlüssen dieser Art, welche die Natur und das Verhalten aufs Vollkommenste erläutern, durch Microscope gelangen? Ist es möglich, auf rein mechanischem Wege in einem Stück Brod den Kleber dem Auge sichtbar zu machen, die kleinsten Theilchen des Klebers in ihrem Zusammenhange und allen ihren Verzweigungen? Dieß ist durch kein Werkzeug möglich, und dennoch dürfen wir das Stück Brod nur in eine lauwarme Abkochung von gekeimter Gerste legen, um alle Stärke, alles sogenannte Dextrin sich wie Zucker im Wasser auflösen zu sehen. Man behält zuletzt nichts übrig als den Kleber in der Form des feinsten Schwammes, dessen kleinste Poren durch Microscope nur sichtbar sind.

Unzählige Hülfsmittel dieser Art bietet die Chemie zur Erforschung der Beschaffenheit der Organe dar; sie werden nicht benutzt, weil sie Niemand bedarf.

Man kennt mit Zuverlässigkeit die wichtigsten Organe und Functionen von Thieren, die dem bloßen Auge nicht sichtbar sind, aber in der Pflanzenphysiologie ist ein Blatt stets ein Blatt. Aber ein Blatt, was Terpentinöl, Citronöl erzeugt, muß eine andere Beschaffenheit besitzen, als ein Blatt, in dem Sauerkleesäure gebildet wird. Die Lebenskraft bedient sich in ihren eigenthümlichen Aeußerungen stets besonderer Werkzeuge, für jede Verrichtung, eines besonderen Organs. Der auf einen Citronenbaum gepflanzte Rosenzweig bringt keine Citronen, er bringt Rosen hervor. Man hat unendlich vieles gesehen, aber das Sehenswürdigste ist zu sehen nicht versucht worden.

Die zweite Ursache ist, daß man in der Physiologie die Kunst nicht kennt, Versuche zu machen, eine Kunst, die man freilich nur in chemischen Laboratorien lernen kann.

Die Natur redet mit uns in einer eigenthümlichen Sprache, in der Sprache der Erscheinungen, auf Fragen giebt sie jederzeit Antwort, diese Fragen sind die Versuche.

Ein Versuch ist der Ausdruck eines Gedankens, entspricht die hervorgerufene Erscheinung dem Gedachten, so sind wir einer Wahrheit nahe; das Gegentheil davon beweist, daß die Frage falsch gestellt, daß die Vorstellung unrichtig war.

Eine Prüfung der Versuche eines Andern ist eine Prüfung seiner Ansichten, für die er Beweise gegeben hat; wenn die Prüfung nur negirt, wenn sie keine richtigeren Vorstellungen an die Stelle derjenigen setzt, die man zu widerlegen sucht, so verdient eine solche Wiederholung von Versuchen nicht beachtet zu werden, denn je schlechter der wiederholende Fragesteller, Experimentator ist, desto schärfer, desto größer im Widerspruch fällt sein Beweis aus.

Man vergißt in der Physiologie zu sehr, daß es sich nicht darum handelt, die Versuche eines Andern zu widerlegen oder unrichtig zu finden, sondern daß das Ziel, nachdem wir Alle streben, die Wahrheit und nur die Wahrheit ist. Daher denn dieser Ballast von nichtsbedeutenden, aufs Geradewohl gemachten Versuchen; man erstaunt, wenn man sich überzeugt, wie der ganze Aufwand von Zeit und Kraft einer Menge Personen von Geist, Talent und Kenntnissen darauf hinausläuft, sich gegenseitig zu sagen, daß sie vollkommen Unrecht haben.

Auch sie haben mit dem besten Willen, mit aller Gewissenhaftigkeit Versuche angestellt, und die Meinung, ob die Kohlensäure wirklich nähre, einer Prüfung unterworfen, allein die Antwort entsprach dieser Ansicht nicht, sie fiel gänzlich verneinend aus. Wie waren aber die Fragen gestellt?

Sie säeten den Saamen von Balsaminen, Vicebohnen,

Kresse, Kürbis in reinen carrarischen Marmor und begossen ihn mit kohlensäurehaltigem Wasser, die Saamen gingen auf, allein die Pflanzen waren nicht bis zur Entwickelung des dritten Blättchens zu bringen.

Sie ließen in andern Fällen das Wasser von unten hinauf in den Marmor dringen, aber vergebens, alle starben; merkwürdiger Weise brachten es Andere in reinem destillirten Wasser weiter, als in der Kohlensäure, aber sie gingen dennoch zu Grunde.

Andere säeten Saamen von Pflanzen in Schwefelblumen, in Schwerspath, und suchten sie mit Kohlensäure zu nähren, allein ohne Erfolg; diese Klasse von Versuchen sind es im Allgemeinen, welche als positive Beweise betrachtet werden, daß die Kohlensäure nicht nähre, allein sie sind gegen alle Regeln einer rationellen Naturforschung, gegen alle Regeln der Chemie angestellt.

Zum Leben einer Pflanze gehören mehrere, für besondere Pflanzengattungen besondere Bedingungen, giebt man der Pflanze sonst alles, und schließt nur eine einzige Bedingung aus, so wird sie nicht zur Entwickelung gelangen.

Die Organe einer Pflanze, wie die eines Thieres, enthalten Materien von der verschiedensten Zusammensetzung, stickstoffhaltige und stickstofffreie, sie enthalten Metalloxide in der Form von Salzen.

Die Nahrungsmittel welche zur Reproduction aller Organe dienen sollen, müssen nothwendig alle ihre Elemente enthalten. Diese unerläßlichsten aller Bedingungen hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit eines Nahrungsmittels, können in einem einzelnen Stoffe sich vereinigt vorfinden, oder es können mehrere sein, in welchem Falle denn der eine enthält, was dem andern fehlt.

Man hat mit einer stickstoffhaltigen Substanz allein, mit Gallerte, Hunde zu Tode gefüttert; sie starben an Weißbrod, an Zucker und Stärke, wenn sie ausschließlich statt aller andern als Nahrung gegeben wurden. Kann man hieraus schließen, daß diese Materien kein assimilirbares Element enthalten? Gewiß nicht.

Die Lebenskraft ist die einem jeden einzelnen Organe innwohnende Fähigkeit, sich selbst in jedem Zeitmomente neu wieder zu erzeugen: hierzu gehören Stoffe, welche seine Elemente enthalten, und diese Stoffe müssen sich zu Metamorphosen eignen. Alle Organe zusammengenommen, können kein einzelnes Element, keinen Stickstoff, Kohlenstoff oder ein Metalloxyd erzeugen.

Ist die Masse der dargebotenen Stoffe zu groß, oder sind sie keiner Metamorphose fähig, oder üben sie eine chemische Wirkung irgend einer Art auf das Organ aus, so unterliegt das Organ selbst einer Metamorphose. Alle sogenannten Gifte gehören der letzteren Klasse an. Die besten Nahrungsmittel können den Tod bewirken.

Alle diese Bedingungen der Ernährung müssen bei Versuchen der Art in Rechnung genommen werden.

Außer den Elementen, welche Bestandtheile von Organen ausmachen, bedürfen Thiere und Pflanzen noch anderer Stoffe, deren eigentliche Function unbekannt ist. Es sind dieß anorganische Materien, das Kochsalz z. B., bei dessen gänzlicher Abwesenheit der Tod bei den Thieren unausbleiblich erfolgt.

Wenn wir mit Bestimmtheit wissen, daß es einen Körper giebt, den Humus z. B., welcher fähig ist, eine Pflanze bis zur vollendeten Entwickelung mit Nahrung zu versehen, so führt uns die Kenntniß seines Verhaltens und seiner Zusammensetzung auf die Bedingungen des Lebens einer Pflanze.

Es muß sich alsdann mit dem Humus gerade so verhalten, wie mit einem einzigen Nahrungsmittel, was die Natur

für den animalischen Organismus producirt, nemlich mit der Milch.

Wir finden in der Milch einen an Stickstoff reichen Körper, den Käse, eine Substanz, welche reich an Wasserstoff ist, die Butter, einen dritten, welcher eine große Menge Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß wie im Wasser enthält, den Milchzucker; in der Butter befindet sich eine der aromatischsten Substanzen, die Buttersäure; sie enthält in Auflösung milchsaures Natron, phosphorsauren Kalk und Kochsalz.

Mit der Kenntniß von der Zusammensetzung der Milch kennen wir die Bedingungen des Assimilationsprocesses aller Thiere.

In Allem, was Menschen und Thieren zur Nahrung dient, finden wir diese Bedingungen vereinigt, bei vielen in einer andern Form und Beschaffenheit, aber keine davon darf auf eine gewisse Zeitdauer hinaus fehlen, ohne daß die Folgen davon an dem Befinden des Thieres bemerkbar sind.

Die Kenntniß der Fähigkeit eines Körpers als Nahrungsmittel zu dienen, setzt in ihrer Anwendung die Ausmittlung der Bedingungen voraus, unter welchen er assimilirbar ist.

Ein fleischfressendes Thier stirbt bei allem Ueberfluß an Speise unter der Luftpumpe, in der Luft stirbt es, wenn die Anforderungen seines Magens nicht befriedigt werden, es stirbt in reinem Sauerstoffgas bei einem Ueberfluß von Speise. Kann man hieraus schließen, daß weder Fleisch, noch Luft, noch Sauerstoff geeignet sind, das Leben zu erhalten? Gewiß nicht.

Aus dem Piedestal der Trajanssäule in Rom kann man jedes einzelne Steinstück herausmeißeln, wenn bei dem Herausnehmen des zweiten und dritten ꝛc. die ersten wieder eingesetzt werden. Kann man hieraus schließen, daß diese Säule in

der Luft schwebt, daß kein einzelnes Stück der Unterlage trägt? Sicherlich nicht. Und dennoch hat man den strengsten Beweis geführt, daß jedes bezeichnete Stück hinweggenommen werden kann, ohne daß die Säule umfällt.

Die Pflanzen- und Thierphysiologen verfahren aber in Beziehung auf den Assimilationsproceß nicht anders. Ohne die Bedingungen des Lebens, die Beschaffenheit und Nahrungsmittel, die Natur und Bestandtheile der Organe zu kennen, stellen sie Versuche an, Versuche, denen man Beweiskraft zuschreibt, während sie Mitleid und Bedauern erwecken.

Ist es möglich, eine Pflanze zur Entwickelung zu bringen, wenn man ihr nicht neben Wasser und Kohlensäure eine stickstoffhaltige Materie giebt, die sie zur Erzeugung der stickstoffhaltigen Bestandtheile im Safte bedarf?

Muß sie nicht bei allem Ueberfluß an Kohlensäure sterben, wenn die wenigen Blätter, die sich gebildet haben, den Stickstoffgehalt des Saamens verzehrt haben?

Kann eine Pflanze überhaupt in carrarischem Marmor wachsen, selbst wenn ihr eine stickstoffhaltige Materie dargeboten wird, wenn man den Marmor mit kohlensäurehaltigem Wasser begießt, was den Kalk auflöst und ein saures kohlensaures Kalksalz bildet? Eine Pflanze aus der Familie der Plumbagineen, bei denen die Blattoberfläche aus feinen hornartigen oder schuppigen Auswüchsen von krystallisirtem kohlensauren Kalk besteht, würde vielleicht unter diesen Umständen zur Entwickelung kommen; daß aber die Kresse, der Kürbiß, die Balsaminen bei Abwesenheit des Stickstoffs durch sauren kohlensauren Kalk nicht ernährt werden können, daß letzterer als Gift wirkt, dieß kann man als eine völlig durch diese Versuche bewiesene Thatsache annehmen, denn in reinem Wasser, ohne Kalk und Kohlensäure, bringen es diese Pflanzen noch weiter.

Die Schwefelblumen ziehen im feuchten Zustande aus der Luft Sauerstoff an und werden sauer. Läßt sich erwarten, daß bei Gegenwart von freier Schwefelsäure eine Pflanze in Schwefelblumen durch Kohlensäure allein ernährt werden kann? So wenig sich auch in Stunden oder Tagen an Schwefelsäure bilden mag, die Fähigkeit der Schwefeltheile, Sauerstoff anzuziehen und zurückzuhalten, ist in jedem Zeitmomente da.

Wenn man weiß, daß die Wurzeln Feuchtigkeit, Kohlensäure und Luft bedürfen, darf man schwefelsauren Baryt, dessen Beschaffenheit und Schwere den Zutritt der Luft ganz und gar abschließt, als Mittel wählen, um Pflanzen darin wachsen zu lassen?

Alle diese Versuche sind für die Entscheidung irgend einer Frage völlig bedeutungslos. Wenn man noch überdieß ungewiß über die Rolle ist, welche die verschiedenen fremden anorganischen Materien in den Pflanzen spielen, so lange darf man aufs Geradewohl keinen Boden wählen.

Es ist völlig unmöglich, eine Pflanze aus der Familie der Gramineen und Equisetaceen, welche in ihrem festen Gerippe kieselsaures Kali enthalten, ohne Kieselerde und Kali, eine Oralisart ohne Kali, eine Salzpflanze ohne Kochsalz, oder ein Salz von gleicher Wirkungsweise, zur Entwickelung zu bringen; alle Saamen der Cerealien enthalten phosphorsaure Bittererde, der feste Theil der Althäwurzeln enthält mehr phosphorsauren Kalk als Holzfaser. Sind dieß denn lauter durchaus entbehrliche Materien? Darf man eine Pflanze zu einem Versuche wählen, wenn man nicht entfernt weiß, was sie zu ihrer Assimilation bedarf?

Welchen Werth kann man nun vernünftiger Weise Versuchen beilegen, wo man mit der größten Sorgfalt Alles ausgeschlossen hat, was sie neben ihrer Nahrung überhaupt noch bedarf, um sie, um diese Nahrung nämlich, assimilirbar zu machen?

Kann man die Geſetze des Lebens erforſchen an einem Organismus, der ſich in einem dauernden Zuſtande des Krankſeins und beſtändigen Sterbens befindet?

Die bloße Beobachtung einer Wieſe, eines Waldes iſt unendlich mehr geeignet, über ſo einfache Fragen zu entſcheiden, als alle dieſe kleinlichen Verſuche unter Glasglocken; anſtatt einer Pflanze haben wir Tauſende von Pflanzen, dieß iſt der einzige Unterſchied; wenn wir die Beſchaffenheit eines einzigen Cubiczolls ihres Bodens, wenn wir die der Luft und des Regenwaſſers kennen, ſo haben wir damit alle Bedingungen ihres Lebens in der Hand.

Wenn wir die Formen kennen, in welchen die Pflanze ihre Nahrung aufnimmt, wenn wir die Zuſammenſetzung der Nahrung mit den Beſtandtheilen der Pflanze vergleichen, ſo kann uns ohne Zweifel der Urſprung aller ihrer Elemente nicht entgehen.

Dieſe Fragen ſollen in dem Folgenden einer Unterſuchung, einer Discuſſion unterworfen werden.

In dem Vorhergehenden iſt der Beweis niedergelegt, daß der Kohlenſtoff der Pflanzen aus der Atmoſphäre ſtammt; es ſind nun die Wirkungen des Humus und der anorganiſchen Beſtandtheile der Pflanzen, ſo wie der Antheil, den beide an der Entwickelung der Vegetation nehmen, und die Quellen des Stickſtoffs zu beleuchten.

Urſprung und Verhalten des Humus.

Es iſt in dem zweiten Theile auseinandergeſetzt, daß alle Pflanzen und Pflanzentheile mit dem Aufhören des Lebens zwei Zerſetzungsproceſſe erleiden, von denen man den einen Gährung oder Fäulniß, den andern Verweſung nennt.

Es iſt gezeigt worden, daß die Verweſung einen langſamen Verbrennungsproceß bezeichnet, den Vorgang alſo, wo die verbrennlichen Beſtandtheile des verweſenden Körpers ſich mit dem Sauerſtoff der Luft verbinden.

Die Verweſung des Hauptbeſtandtheiles aller Vegetabilien, der Holzfaſer, zeigt eine Erſcheinung eigenthümlicher Art.

Mit Sauerſtoff in Berührung, mit Luft umgeben, verwandelt ſie nämlich den Sauerſtoff in ein ihm gleiches Volumen kohlenſaures Gas; mit dem Verſchwinden des Sauerſtoffs hört die Verweſung auf.

Wird dieſes kohlenſaure Gas hinweggenommen und durch Sauerſtoff erſetzt, ſo fängt die Verweſung von Neuem an, d. h. der Sauerſtoff wird wieder in Kohlenſäure verwandelt.

Die Holzfaſer beſteht nun aus Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers; von allem Andern abgeſehen, geht ihre Verbrennung vor, wie wenn man reine Kohle bei ſehr hohen Temperaturen verbrennt, gerade ſo, als ob kein Waſſerſtoff und Sauerſtoff mit ihr in der Holzfaſer verbunden wäre.

Die Vollendung dieſes Verbrennungsproceſſes erfordert eine ſehr lange Zeit; eine unerläßliche Bedingung zu ſeiner Unterhaltung iſt die Gegenwart von Waſſer; Alkalien befördern ihn, Säuren verhindern ihn, alle antiſeptiſchen Materien, ſchweflige Säure, Queckſilberſalze und brenzliche Oele heben ihn gänzlich auf.

Die in Verweſung begriffene Holzfaſer iſt der Körper, den wir Humus nennen.

In demſelben Grade, als die Verweſung der Holzfaſer vorangeſchritten iſt, vermindert ſich ihre Fähigkeit, zu verweſen, d. h. das umgebende Sauerſtoffgas in Kohlenſäure zu verwandeln, zuletzt bleibt eine gewiſſe Menge einer braunen oder kohlenartigen Subſtanz zurück, der ſie gänzlich fehlt, man nennt ſie Moder; ſie iſt das Product der vollendeten Verweſung

der Holzfaser. Der Moder macht den Hauptbestandtheil aller Braunkohlenlager und des Torfes aus.

In einem Boden, welcher der Luft zugänglich ist, verhält sich der Humus genau wie an der Luft selbst; er ist eine langsame äußerst andauernde Quelle von Kohlensäure.

Um jedes kleinste Theilchen des verwesenden Humus entsteht, auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, eine Atmosphäre von Kohlensäure.

In der Cultur wird durch Bearbeitung und Auflockerung der Erde, der Luft ein möglichst ungehinderter und freier Zutritt verschafft.

Ein so vorbereiteter und feuchter Boden enthält also eine Atmosphäre von Kohlensäure, und damit die erste und wichtigste Nahrung für die junge Pflanze, welche sich darauf entwickeln soll.

Im Frühlinge, wo die Organe fehlen, welche die Natur bestimmt hat, die Nahrung aus der Atmosphäre aufzunehmen, wo diese Organe erst gebildet werden, sind es die Bestandtheile des Saamens, welche zuerst und ausschließlich zur Bildung der Wurzeln verwendet werden; mit jeder Wurzelfaser erhält die Pflanze einen Mund, eine Lunge, einen Magen.

Von dem Augenblicke an, wo sich die ersten Wurzelfasern gebildet haben, sind sie es, welche die Functionen der Blätter übernehmen, sie führen aus der Atmosphäre, in der sie sich befinden, aus dem Boden nemlich, Nahrung zu; von dem Humus stammt die Kohlensäure her.

Durch Auflockerung des Bodens um die junge Pflanze, erneuern und vervielfältigen wir den Zutritt der Luft, wir begünstigen damit die Bildung der Kohlensäure; die Quantität der erzeugten Nahrung würde sich vermindern mit jeder Schwierigkeit, die sich im Boden dieser Lufterneuerung entgegenstellt;

bei einem gewiſſen Grade der Entwickelung der Pflanze iſt ſie es ſelbſt, welche dieſen Luftwechſel bewirkt. Die Atmoſphäre von Kohlenſäure, welche den unverweſten Theil des Humus vor weiterer Veränderung ſchützt, wird von den feinen Wurzelhaaren, den Wurzeln ſelbſt, aufgeſaugt und hinweggenommen, ſie wird erſetzt durch atmoſphäriſche Luft, die ihren Platz nimmt; die Verweſung ſchreitet fort, es wird eine neue Quantität Kohlenſäure gebildet. In dieſer Zeit empfängt die Pflanze von den Wurzeln und äußeren Organen gleichzeitig Nahrung, ſie ſchreitet raſch ihrer Vollendung entgegen.

Iſt die Pflanze völlig entwickelt, ſind ihre Organe der Ernährung völlig ausgebildet, ſo bedarf ſie der Kohlenſäure des Bodens nicht mehr.

Mangel an Feuchtigkeit, völlige Trockenheit des Bodens hemmen die Vollendung ihrer Entwickelung nicht mehr, wenn ſie vom Thau und der Luft ſo viel Feuchtigkeit empfängt, als ſie zur Vermittelung der Aſſimilation bedarf; im heißen Sommer ſchöpft ſie den Kohlenſtoff ausſchließlich aus der Luft.

Wir wiſſen bei den Pflanzen nicht, welche Höhe und Stärke ihnen die Natur angewieſen hat, wir kennen nur das gewöhnliche Maaß ihrer Größe.

Als große werthvolle Seltenheiten ſieht man in London und Amſterdam Eichbäume, von chineſiſchen Gärtnern gezogen, von anderthalb Fuß Höhe, deren Stamm, Rinde, Zweige und ganzer Habitus ein ehrwürdiges Alter erkennen laſſen, und die kleine Teltower Rübe wird in einem Boden, wo ihr frei ſteht, ſo viel Nahrung aufzunehmen, als ſie kann, zu einem mehrere Pfunde ſchweren Dickwanſt.

Die Maſſe einer Pflanze ſteht im Verhältniß zu der Oberfläche der Organe, welche beſtimmt ſind,

Nahrung zuzuführen. Mit jeder Wurzelfaſer, jedem Blatt gewinnt die Pflanze einen Mund und Magen mehr.

Der Thätigkeit der Wurzeln, Nahrung aufzunehmen, wird nur durch Mangel eine Grenze geſetzt, iſt ſie im Ueberfluß vorhanden, und wird ſie zur Ausbildung der vorhandenen Organe nicht völlig verzehrt, ſo kehrt dieſer Ueberſchuß nicht in den Boden zurück, ſondern er wird in der Pflanze zur Hervorbringung von neuen Organen verwendet.

Neben der vorhandenen Zelle entſteht eine neue, neben dem entſtandenen Zweig und Blatt entwickelt ſich ein neuer Zweig, ein neues Blatt; ohne Ueberſchuß an Nahrung wären dieſe nicht zur Entwickelung gekommen. Der in dem Saamen entwickelte Zucker und Schleim verſchwindet mit der Ausbildung der Wurzelfaſern, der in dem Holzkörper, in den Wurzeln entſtehende Zucker und Schleim verſchwindet mit der Entwickelung der Knospen, grünen Triebe und Blätter.

Mit der Ausbildung, mit der Anzahl der Organe, der Zweige und Blätter, denen die Atmoſphäre Nahrung liefert, wächſt in dem nämlichen Verhältniß ihre Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen und an Maſſe zuzunehmen, denn dieſe Fähigkeit nimmt im Verhältniß wie ihre Oberfläche zu.

Die ausgebildeten Blätter, Triebe und Zweige bedürfen zu ihrer eigenen Erhaltung der Nahrung nicht mehr, ſie nehmen an Umfang nicht mehr zu; um als Organe fortzubeſtehen, haben ſie ausſchließlich nur die Mittel nöthig, die Function zu unterhalten, zu der ſie die Natur beſtimmt hat, ſie ſind nicht ihrer ſelbſt wegen vorhanden.

Wir wiſſen, daß dieſe Function in ihrer Fähigkeit beſteht, die Kohlenſäure der Luft einzuſaugen und unter dem Einfluß des Lichts, bei Gegenwart von Feuchtigkeit, ihren Kohlenſtoff ſich anzueignen.

Diese Function ist unausgesetzt, von der ersten Entwickelung an, in Thätigkeit, sie hört nicht auf mit ihrer völligen Ausbildung.

Aber die neuen, aus dieser unausgesetzt fortdauernden Assimilation hervorgehenden Producte, sie werden nicht mehr für ihre eigene Entwickelung verbraucht, sie dienen jetzt zur weiteren Ausbildung des Holzkörpers und aller ihr ähnlich zusammengesetzten festen Stoffe, es sind die Blätter, welche jetzt die Bildung des Zuckers, des Amylons, der Säuren vermitteln. So lange sie fehlten, hatten die Wurzeln diese Verrichtung in Beziehung auf diejenigen Materien übernommen, welche der Halm, die Knospe, das Blatt und die Zweige zu ihrer Ausbildung bedurften.

In dieser Periode des Lebens nehmen die Organe der Assimilation aus der Atmosphäre mehr Nahrungsstoffe auf, als sie selbst verzehren, und mit der fortschreitenden Entwickelung des Holzkörpers, wo der Zufluß an Nahrung immer der nemliche bleibt, ändert sich die Richtung, in der sie verwendet wird, es beginnt die Entwicklung der Blüthe, und mit der Ausbildung der Frucht ist bei den meisten Pflanzen der Function der Blätter eine Grenze gesetzt, denn die Producte ihrer Thätigkeit finden keine Verwendung mehr. Sie unterliegen der Einwirkung des Sauerstoffs, wechseln in Folge derselben gewöhnlich ihre Farbe und fallen ab.

Zwischen der Periode der Blüthe und Fruchtbildung entstehen in allen Pflanzen in Folge einer Metamorphose der vorhandenen Stoffe, eine Reihe von neuen Verbindungen, welche vorher fehlten, von Materien, welche Bestandtheile der sich bildenden Blüthe, Frucht oder des Saamens ausmachen.

Eine organisch-chemische Metamorphose ist nun der Act der Umsetzung der Elemente einer oder mehrerer Verbindungen

in zwei oder mehrere neuen, welche diese Elemente in einer andern Weise gruppirt, oder in andern Verhältnissen enthalten.

Von zwei Verbindungen, die in Folge dieser Umsetzungen gebildet werden, bleibt die eine als Bestandtheil in der Blüthe oder Frucht zurück, die andere wird in der Form von Excrementen von der Wurzel abgeschieden.

Die Ernährung des thierischen so wie des vegetabilischen Organismus ist ohne Ausscheidung von Excrementen nicht denkbar. Wir wissen ja, daß der Organismus nichts erzeugt sondern nur verwandelt, daß seine Erhaltung und Reproduction in Folge der Metamorphose der Nahrungsstoffe geschieht, die seine Elemente enthalten.

Nennen wir die Ursache der Metamorphose *Lebenskraft*, *höhere Temperatur*, *Licht*, *Galvanismus* oder wie wir sonst wollen, der Act der Metamorphose ist ein rein chemischer Proceß; *Verbindung* und *Zerlegung* kann nur dann vor sich gehen, wenn die Elemente die Fähigkeit dazu haben. Was der Chemiker Verwandtschaft nennt, bezeichnet weiter nichts als den Grad dieser Fähigkeit.

In der Betrachtung der *Gährung* und *Fäulniß* ist weitläuftig auseinandergesetzt worden, daß jede Störung in der Anziehung der Elemente einer Verbindung eine Metamorphose hervorruft, die Elemente ordnen sich unter einander zu neuen Verbindungen nach den Graden ihrer Anziehung, und diese neuen Verbindungen sind unter den gegebenen Bedingungen keiner weiteren Metamorphose mehr fähig.

Die Producte dieser Metamorphosen ändern sich mit den Ursachen, mit dem Wechsel der Bedingungen, durch die sie hervorgebracht werden, sie sind zahllos wie diese.

Der Character einer Säure z. B. ist ein unaufhörliches, bei verschiedenen Säuren ungleich starkes, Streben nach Aus-

gleichung durch eine Baſe, er verſchwindet gänzlich, ſo wie dieſem Streben genügt wird. Der Character einer Baſis iſt der umgekehrte; beide, obwohl in ihren Eigenſchaften ſo verſchiedenartig, bewirken durch dieſe Eigenthümlichkeiten in den meiſten Fällen einerlei Metamorphoſe.

Blauſäure und Waſſer enthalten die Elemente von Kohlenſäure, Ammoniak, Harnſtoff, Cyanurſäure, Cyamelid, Oxalſäure, Ameiſenſäure, Melam, Ammelid, Melamin, Ammelin, Azulmin, Mellon, Mellonwaſſerſtoff, Allantoin ꝛc. Wir Alle wiſſen, daß die genannten in ihrer Zuſammenſetzung unendlich verſchiedenen Stoffe aus Blauſäure und Waſſer, in chemiſchen Metamorphoſen der mannichfaltigſten Art, wirklich gebildet werden können.

Der ganze Proceß der Ernährung der Organismen läßt ſich durch die Betrachtung einer einzigen dieſer Metamorphoſen zur Anſchauung bringen.

Blauſäure und Waſſer z. B. in Berührung mit Salzſäure zerlegen ſich augenblicklich in Ameiſenſäure und Ammoniak; in beiden ſind die Elemente der Blauſäure und des Waſſers, obwohl in einer andern Form, in anderer Weiſe geordnet, enthalten.

Es iſt das Streben der Salzſäure nach Ausgleichung, wodurch dieſe Metamorphoſe bedingt worden iſt.

In Folge dieſes Strebens erleiden Blauſäure und Waſſer gleichzeitig eine Zerſetzung; der Stickſtoff der Blauſäure und der Waſſerſtoff in dem Waſſer treten zu einer Baſis, zu Ammoniak zuſammen, womit ſich die Säure verband. Ihrem Streben war, wenn man ſolche Ausdrücke brauchen darf, Befriedigung geworden, ihr Character verſchwand. Ammoniak war nur ſeinen Elementen nach vorhanden, aber die Fähigkeit, Ammoniak zu bilden, war da.

Die gleichzeitige Zerſetzung der Blauſäure und des Waſſers geſchah hier nicht in Folge einer chemiſchen Verwandtſchaft der Salzſäure zu Ammoniak, denn Blauſäure und Waſſer enthalten kein Ammoniak. Eine Verwandtſchaft eines Körpers zu einem zweiten, der gar nicht vorhanden, der erſt gebildet wird, iſt völlig undenkbar, und leicht wird man hieraus entnehmen, wie ſehr dieſe Zerſetzungsweiſen (es ſind dieß gerade die, welche man Metamorphoſen nennt) von den gewöhnlichen chemiſchen Zerſetzungen abweichen.

In Folge der Bildung von Ammoniak ſind Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, die anderen Elemente der Blauſäure, mit dem Sauerſtoff des zerſetzten Waſſers zu Ameiſenſäure zuſammengetreten; die Elemente und die Fähigkeit, ſich zu verbinden, ſind vorhanden.

Die Ameiſenſäure iſt alſo hier das Excrement; das Ammoniak repräſentirt den durch das Organ aſſimilirten Stoff.

Das Organ nimmt von den dargebotenen Nahrungsmitteln, was es zu ſeiner eigenen Erhaltung, was es zu ſeiner Reproduction bedarf. Die übrigen Elemente, welche nicht aſſimilirt werden, treten zu neuen Verbindungen, zu Excrementen zuſammen.

Während ihres Weges durch den Organismus kommen die Excremente des einen Organs in Berührung mit einem andern, durch deſſen Einwirkung ſie eine neue Metamorphoſe erfahren; die Excremente des einen Organs enthalten die Elemente der Nahrungsmittel für ein zweites und folgendes; zuletzt werden die, keiner Metamorphoſe mehr fähigen Stoffe durch die dazu beſtimmten Organe aus dem Organismus entfernt. Jedes Organ iſt für ſeine ihm eigenthümlichen Functionen eingerichtet. Ein Cubiczoll Schwefelwaſſerſtoff in die Lunge gebracht, würde augenblicklichen Tod bewirken, in dem

Darmkanal wird es unter manchen Umſtänden ohne Nachtheil gebildet.

Durch die Nieren werden die in Folge von Metamorphoſen entſtandenen ſtickſtoffhaltigen, durch die Leber die an Kohlenſtoff reichen und durch die Lunge alle waſſerſtoff- und ſauerſtoffreichen Excremente aus dem Körper entfernt. Der Weingeiſt, die keiner Aſſimilation fähigen ätheriſchen Oele verdunſten nicht durch die Haut, ſondern durch die Lunge.

Die Reſpiration ſelbſt iſt eine langſame Verbrennung, d. h. eine ſich ſtets erneuernde Verweſung. Wendet man auf dieſen Proceß die Regeln an, die ſich aus der Betrachtung der verweſenden Materien im Allgemeinen entwickeln laſſen, ſo iſt klar, daß in der Lunge ſelbſt der Sauerſtoff der Luft mit dem Kohlenſtoff einer Kohlenſtoffverbindung, direct keine Kohlenſäure bilden kann; es kann nur eine Oxidation von Waſſerſtoff, oder die Bildung eines höheren Oxides ſtattfinden. Es wird Sauerſtoff aufgenommen, der keine Kohlenſäure bildet; es wird Kohlenſäure abgeſchieden, deren Kohlenſtoff und Sauerſtoff von einer Materie aus dem Blute ſtammen *).

*) Eine Unterſuchung der Luft, die von Lungenſüchtigen ausgeathmet wird, ſo wie ihres Blutes, würde über dieſe Krankheit großes Licht verbreiten. Verweſung und Fäulniß bedingen ſich gegenſeitig, wie in dem zweiten Theile auseinander geſetzt iſt. Die Zerſetzung, welche das Blut in der Lunge erfährt, iſt in der Lungenſucht eine wahre Fäulniß. Der ganze Körper verwandelt ſich in Blut, um das metamorphoſirte zu erſetzen. Gewiß verdient es Beachtung, daß alle Mittel, welche dieſe ſchreckliche Krankheit mildern und ihren Ausgang verzögern, lauter ſolche ſind, welche der Fäulniß entgegenwirken und ſie unter Umſtänden aufzuheben vermögen. In Gasfabriken, in Salmiakhütten, in Holzeſſigfabriken, Theerſchweelereien, in Gerbereien iſt dieſe Krankheit ganz unbekannt, aber alle Subſtanzen, mit denen die Arbeiter in dieſen Anſtalten umgehen, ſind Materien, die keine Art von Fäulniß aufkommen laſſen. Das Einathmen von Chlor, von Eſſigſäure und aromatiſchen Subſtanzen ſind als Linderungsmittel längſt erprobt.

Durch die Harnwege wird der überflüſſige Stickſtoff als flüſſiges Excrement, durch den Darmkanal alle, keiner Metamorphoſe mehr fähigen feſten Stoffe, und durch die Lunge alle gasförmigen aus dem Körper entfernt.

Man darf ſich durch den Popanz der Lebenskraft nicht abhalten laſſen, den Proceß der Metamorphoſe der Nahrungsmittel und in ihrem Zuſammenhang die Aſſimilation der Organismen in dem chemiſchen Geſichtspunkte zu betrachten, um ſo mehr, da man weiß, wie erfolglos, wie aller Anwendung unfähig die bis jetzt gewählten blieben.

Iſt es denn wirklich die Lebenskraft, welche den Zucker, die erſte Nahrung der jungen Pflanzen, im Keime erzeugt, welche dem Magen die Fähigkeit giebt, alle Stoffe, die ihm zugeführt werden, zur Aſſimilation vorzubereiten, ihre Auflöſung zu bewirken?

Eine Abkochung von gekeimter Gerſte beſitzt ſo wenig wie ein todter Kalbsmagen die Eigenſchaft, ſich ſelbſt zu reproduciren, von Leben kann in beiden keine Rede ſein. Aber wenn man in die Abkochung der Gerſte Amylon bringt, ſo verwandelt es ſich zuerſt in einen gummiähnlichen Stoff, zuletzt in Zucker. In der Abkochung des Kalbmagens, der man einige Tropfen Salzſäure zufügt, löſ't ſich hartgekochtes Eiweiß und Muskelfaſer gerade ſo auf, wie in dem Magen ſelbſt*). (Schwann, Schulz).

Die Fähigkeit, Metamorphoſen zu bewirken, gehört alſo nicht der Lebenskraft an, ſie gehen vor ſich in Folge von Störungen in der Anziehung der Elemente, in Folge alſo von chemiſchen Proceſſen.

*) Das letztere merkwürdige Verhalten iſt in dem hieſigen Laboratorium durch einen höchſt ausgezeichneten jungen Phyſiologen Dr. Vogel aufs Vollſtändigſte beſtätigt worden.

Dieſe Proceſſe ſtellen ſich in einer andern Form dar, als wie die Zerſetzung von Salzen oder von Oxiden und Schwefelungsſtufen. Dieß iſt keine Frage. Welche Schuld trägt aber die Chemie, wenn die Phyſiologie von dieſen neuen Formen der chemiſchen Actionen keine Notiz nimmt!

Wenn wir wiſſen, daß die Baſen aller alkaliſchen Salze, welche durch organiſche Säuren gebildet ſind, durch die Harnwege in der Form von kohlenſauren Alkalien abgeführt werden (Wöhler); iſt es rationell, daß der Arzt in der Steinkrankheit ſeine Patienten Borax unzenweiſe zu ſich nehmen läßt. Kommt denn die Transformation der Harnſteine, die aus Harnſäure beſtehen, in die ſogenannten Maulbeerſteine, welche Oxalſäure enthalten, nicht täglich vor, wenn die in der Stadt lebenden Patienten das Land beziehen, wo ſie mehr Vegetabilien genießen. An dem Rhein, wo das weinſaure Kali in ſo großer Menge genoſſen wird, haben ſich aus den von den Phyſikatsärzten geführten Liſten nur eingewanderte Steinkranke herausgeſtellt. Sind alle dieſe Erſcheinungen keiner Erklärung fähig?

Aus dem in der Gährung gebildeten Fuſelöl der Kartoffeln erzeugen wir das flüchtige Oel der Baldrianwurzel mit allen ſeinen Eigenſchaften (Dumas), aus einem kriſtalliniſchen Stoff, aus der Weidenrinde bekommen wir das Oel der Spiraea ulmaria (Piria). Wir ſind im Stande, Ameiſenſäure, Oxalſäure, Harnſtoff, den kryſtalliniſchen Körper in der allantoiſchen Flüſſigkeit der Kuh, lauter Producte der Lebenskraft, in unſeren Laboratorien zu erzeugen. Wie man ſieht, hat dieſe myſteriöſe Lebenskraft viele Beziehungen mit den chemiſchen Kräften gemein, denn die letzteren können ſogar ihre Rolle übernehmen. Dieſe Beziehungen ſind es nun, welche ausgemittelt werden

müſſen. Wahrlich, es würde ſonderbar erſcheinen, wenn die Lebenskraft, die Alles zu ihren Zwecken braucht, wenn ſie den chemiſchen Kräften keinen Antheil geſtattete, die ihr zur freieſten Verfügung ſtehen. Sondern wir die Actionen, welche den chemiſchen Kräften angehören, von denen, die einem andern Impuls untergeordnet ſind, und wir werden erlangen, was einer vernünftigen Naturforſchung erreichbar iſt. Den Ausdruck »Lebenskraft« muß man vorläufig für gleichbedeutend mit dem halten, was die Medizin »ſpecifiſch« oder »dynamiſch« nennt; Alles iſt ſpecifiſch, was man nicht erklären kann, und dynamiſch iſt die Erklärung von Allem, was man nicht weiß.

Metamorphoſen vorhandener Verbindungen gehen in dem ganzen Lebensacte der Pflanzen vor ſich, und in Folge derſelben gasförmige Secretionen durch die Blätter und Blüthen, feſter Excremente in den Rinden und flüſſiger löslicher Stoffe durch die Wurzeln. Dieſe Secretionen finden ſtatt unmittelbar vor dem Beginn und während der Dauer der Blüthe, ſie vermindern ſich nach der Ausbildung der Frucht; durch die Wurzeln werden kohlenſtoffreiche Subſtanzen abgeſchieden und von dem Boden aufgenommen.

In dieſen Stoffen, welche unfähig ſind, eine Pflanze zu ernähren, empfängt der Boden den größten Theil des Kohlenſtoffs wieder, den er den Pflanzen im Anfange ihrer Entwickelung in der Form von Kohlenſäure gegeben hatte.

Die von dem Boden aufgenommenen löslichen Excremente gehen durch den Einfluß der Luft und Feuchtigkeit einer fortſchreitenden Veränderung entgegen; indem ſie der Fäulniß und Verweſung unterliegen, erzeugt ſich aus ihnen wieder der Nahrungsſtoff einer neuen Generation, ſie gehen in Humus über. Die im Herbſte fallenden Blätter im Walde, die alten Wurzeln der Graspflanzen auf den Wieſen verwandeln ſich durch

dieſe Einflüſſe ebenfalls in Humus. In dieſer Form empfängt der Boden im Ganzen an Kohlenſtoff mehr wieder, als der verweſende Humus als Kohlenſäure abgab.

Im Allgemeinen erſchöpft keine Pflanze in ihrem Zuſtande der normalen Entwickelung den Boden, in Beziehung auf ſeinen Gehalt an Kohlenſtoff; ſie macht ihn im Gegentheil reicher daran. Wenn aber die Pflanzen dem Boden den empfangenen Kohlenſtoff wiedergeben, wenn ſie ihn daran reicher machen, ſo iſt klar, daß diejenige Menge, die wir in irgend einer Form bei der Ernte dem Boden nehmen, daß dieſe ihren Urſprung der Atmoſphäre verdankt. Die Wirkung des Humus geht auf eine klare und unzweideutige Weiſe aus dem Vorhergehenden hervor.

Der Humus ernährt die Pflanze nicht, weil er im löslichen Zuſtande von derſelben aufgenommen und als ſolcher aſſimilirt wird, ſondern weil er eine langſame und andauernde Quelle von Kohlenſäure darſtellt, welche als das Hauptnahrungsmittel die Wurzeln der jungen Pflanze zu einer Zeit mit Nahrung verſieht, wo die äußeren Organe der atmoſphäriſchen Ernährung fehlen.

Die Oberfläche der Erde war vor der gegenwärtigen Periode mit Pflanzen bedeckt, deren Trümmer und Ueberreſte die Braun- und Steinkohlenlager bilden.

Alle dieſe rieſenhaften Palmen, Gräſer, Farrenkräuter ꝛc. gehören zu Pflanzenarten, denen die Natur durch eine ungeheure Ausdehnung der Blätter die Fähigkeit gegeben hat, den Boden für ihre Nahrung ganz zu entbehren.

Sie ſind in dieſer Beziehung ähnlich den Wurzel- und Zwiebelgewächſen, deren atmoſphäriſche Organe im Anfange ihres Lebens auf Koſten ihrer eigenen Maſſe ernährt und entwickelt werden.

Noch jetzt rechnet man dieſe Klaſſe von Gewächſen zu denen, welche den Boden nicht erſchöpfen.

Alle Pflanzen der früheren Generationen unterſcheiden ſich von den gegenwärtig lebenden, durch die unbedeutende und ſchwache Entwickelung der Wurzel. Man findet in den Braunkohlenlagern Früchte, Blätter, Saamen, beinahe alle Theile der vorweltlichen Pflanzen, allein die Wurzeln findet man nicht darin. Die Gefäßbündel, woraus ſie beſtanden, die leicht veränderlichen, ſchwammigen Zellen, ſie waren es zuerſt, welche der Zerſetzung unterlagen, aber an Eichen und andern Bäumen, die in ſpäteren Perioden durch ähnliche Revolutionen dieſelben Veränderungen, wie die urweltlichen Gewächſe erlitten haben, fehlen die Wurzeln niemals.

In den heißen Climaten ſind die grünenden Gewächſe mehrentheils ſolche, die nur einer Befeſtigung in dem Boden bedürfen, um ohne ſeine Mitwirkung ſich zu entwickeln. Wie verſchwindend iſt bei den Cactus-, Sedum- und Sempervivum-Arten die Wurzel gegen die Maſſe, gegen die Oberfläche der Blätter, und in dem dürreſten, trockenſten Sand, wo von einer Zuführung von Nahrung durch die Wurzel gar nicht die Rede ſein kann, ſehen wir die milchſaftführenden Gewächſe zur volleſten Entwickelung gelangen; die aus der Luft aufgenommene, zu ihrer Exiſtenz unentbehrliche Feuchtigkeit, wird durch die Beſchaffenheit des Saftes ſelbſt vor der Verdunſtung geſchützt; Kautſchuck, Wachs, umgeben, wie in den öligen Emulſionen, das Waſſer mit einer Art undurchdringlichen Hülle, ſie ſtrotzen von Saft. Wie in der Milch die ſich bildende Haut der Verdunſtung eine Grenze ſetzt, ſo in dieſen Pflanzen der Milchſaft.

Es würde nach den vorhergegangenen Betrachtungen völlig zwecklos und überflüſſig erſcheinen, wenn man durch einzelne Beiſpiele von Pflanzen, die in Verſuchen im Kleinen, ohne

Beihülfe von Dammerde zur völligen Ausbildung gebracht worden ſind, zu den Beweiſen, die man über den Urſprung des Kohlenſtoffs hat, noch neue hinzufügen wollte, die ſie unter keinerlei Umſtänden ſchlagender und überzeugender machen können. Es kann aber hier nicht unerwähnt gelaſſen werden, daß die gewöhnliche Holzkohle in ihrer eigenthümlichen Beſchaffenheit und durch die Eigenſchaften, die man an ihr kennt, die Dammerde, den Humus aufs Vollſtändigſte vertreten kann. Die Verſuche und Erfahrungen von Lukas, welche dieſem Werke beigegeben ſind, überheben mich einer jeden weiteren Auseinanderſetzung ihrer Wirkſamkeit.

Man kann in ausgeglühtem (etwas ausgewaſchenem) Kohlenpulver Pflanzen zur üppigſten Entwickelung, zum Blühen und zur Fruchtbildung bringen, wenn ſie mit Regenwaſſer feucht erhalten werden.

Die Holzkohle iſt aber der unveränderlichſte, indifferenteſte Körper, den man kennt, das Einzige, was ſie der Pflanze von ihrer eigenen Maſſe abgeben kann, iſt Kalk oder Kieſelerde; man weiß, daß ſie ſich Jahrhunderte lang zu erhalten vermag, daß ſie alſo der Verweſung nicht unterworfen iſt.

Wir erkennen nun in der Holzkohle das Vermögen, Luft und kohlenſaures Gas in ihren Poren zu verdichten, ſie iſt es, welche die ſich bildende Wurzel, gerade ſo wie beim Humus, mit einer Atmoſphäre von Kohlenſäure und Luft verſieht, eine Atmoſphäre, die ſich eben ſo ſchnell wieder erneuert, als ſie hinweggenommen wird.

In Kohlenpulver, welches in den Verſuchen von Lukas mehrere Jahre zu dieſen Zwecken gedient hatte, fand Buchner über 2 Procent einer braunen in Alkalien löslichen Materie, ſie ſtammt von den Secretionen der Wurzeln her, die in dem Kohlenpulver vegetiren.

Läßt man eine Pflanze in einem eingeſchloſſenen Gefäße wachſen, ſo daß die Luft und mit der Luft die Kohlenſäure ſich nicht erneuern können, ſo ſtirbt die Pflanze, gerade ſo wie ſie im luftleeren Raume der Luftpumpe in Stickgas, in kohlenſaurem Gas ſterben würde, ſelbſt wenn ſie in die fruchtbarſte Dammerde gepflanzt wäre.

Sie kommen aber im Kohlenpulver unter den gewöhnlichen Verhältniſſen, wenn ſie, anſtatt mit Regen- oder Flußwaſſer, mit reinem deſtillirten Waſſer begoſſen wird, nicht zur Fruchtbildung. Das Regenwaſſer muß deshalb noch eine Bedingung des Lebens der Pflanzen in ſich ſchließen, und wir werden ſehen, daß dieſe in einer Stickſtoffverbindung beſteht, bei deren Ausſchluß der Humus und die Kohle ihren Einfluß auf die Vegetation gänzlich verlieren.

Die Aſſimilation des Waſſerſtoffs.

Die Luft enthält den Kohlenſtoff der Gewächſe in der Form von Kohlenſäure, in der Form alſo einer Sauerſtoffverbindung. Der feſte Theil der Pflanzen, die Holzfaſer, enthält Kohlenſtoff und die Beſtandtheile des Waſſers, oder die Elemente der Kohlenſäure plus einer gewiſſen Menge Waſſerſtoff. Wir können uns das Holz entſtanden denken aus dem Kohlenſtoff der Kohlenſäure, der ſich unter Mitwirkung des Sonnenlichtes mit den Elementen des vorhandenen Waſſers verbindet; in dieſem Falle müſſen für je 27,65 Gewichtstheile Kohlenſtoff, welcher von der Pflanze aſſimilirt wird, 72,35 Ge-

wichtstheile Sauerstoff als Gas abgeschieden werden, oder was weit wahrscheinlicher ist: Die Pflanze zerlegt unter denselben Bedingungen bei Gegenwart von Kohlensäure das Wasser, sein Wasserstoff wird mit der Kohlensäure assimilirt, während sein Sauerstoff abgeschieden wird; zu 100 Theilen Kohlensäure müssen demnach 8,04 Theile Wasserstoff treten, um die Holzfaser zu bilden, und es werden 72,35 Gewichtstheile, eine dem Gehalt der Kohlensäure genau gleiche Quantität Sauerstoff, die mit diesem Wasserstoff verbunden waren, in der Form von Gas abgeschieden.

Ein jeder Morgen Land, welcher 10 Ctr. Kohle producirt wird mithin jährlich an die Atmosphäre 2600 ℔ reines Sauerstoffgas zurückgeben; da nun das specifische Gewicht des Sauerstoffs durch die Zahl 1,1026 ausgedrückt wird, so wiegt 1 Cubicmeter Sauerstoff, 1432 Grm. oder 2,864 ℔ hess. Gewicht und diese 2600 ℔ Sauerstoff entsprechen 908 Kubicmetern oder 58112 Cubicfuß (hess.) Sauerstoffgas.

Ein Morgen Wiese, Wald oder überhaupt cultivirtes Land ersetzt also den Sauerstoff der Atmosphäre wieder, welcher durch 10 Ctr. Kohlenstoff bei seiner Verbrennung in der Luft oder durch den Respirationsproceß der Thiere verzehrt wird.

Es ist erwähnt worden, daß die Holzfaser Kohle und die Bestandtheile des Wassers enthält, daß aber in dem Holz mehr Wasserstoff enthalten ist, als diesem Verhältniß entspricht; dieser Wasserstoff befindet sich darin in der Form von Blattgrün, Wachs, Oel, Harz oder überhaupt in der Form von sehr wasserstoffreichen Materien, er kann diesen Substanzen nur von dem Wasser geliefert worden sein; für jedes Aequivalent Wasserstoff, was in einer dieser Formen von der Pflanze assimilirt wird, muß 1 Aeq. Sauerstoff an die Atmosphäre zurückgegeben werden.

Man wird die Menge des hierdurch freiwerdenden Sauerstoffs nicht für verschwindend halten können, wenn man in Erwägung zieht, daß für jedes Pfund assimilirten Wasserstoff, die Atmosphäre 1792 Cubicfuß (hess.) Sauerstoff empfängt.

Wie erwähnt, giebt die Pflanze in dem Assimilationsproceß der Holzfaser eine Quantität Sauerstoff an die Atmosphäre, welche unter allen Umständen die nemliche ist, gleichgültig, ob seine Abscheidung in einer Zersetzung des Wassers ihre Ursache hat. — Das letztere ist oben für wahrscheinlicher erklärt worden.

Wir wissen aus der Bildung des Wachses, der flüchtigen und fetten Oele, des Kautschucks in den Pflanzen, daß sie im lebenden Zustande die Fähigkeit besitzen, Wasser zu zerlegen, denn der Wasserstoff dieser Materien kann nur von dem Wasser geliefert werden. Ja aus den Beobachtungen von A. v. Humbold über die Pilze ergiebt sich, daß eine Zersetzung des Wassers erfolgen kann, ohne Assimilation des Wasserstoffs. Wir kennen in dem Wasser die merkwürdige Verbindung zweier Elemente, die sich in zahllosen Processen von einander zu trennen vermögen, ohne daß wir im Stande sind, diese Trennung durch unsere Sinne wahrzunehmen, während die Kohlensäure nur unter den gewaltsamsten Einwirkungen zersetzbar ist.

Die meisten Pflanzengebilde enthalten Wasserstoff in der Form von Wasser, welches sich als solches abscheiden, ersetzen läßt durch andere Körper; derjenige Wasserstoff aber, welcher zu ihrer Constitution wesentlich ist, kann unmöglich in der Form von Wasser darinn enthalten sein.

Aller zum Bestehen einer organischen Verbindung unentbehrliche Wasserstoff wird durch Zersetzung von Wasser der Pflanze geliefert.

Der Assimilationsproceß der Pflanze in seiner einfachsten

Form stellt sich mithin dar als eine Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser, und von Kohlenstoff aus der Kohlensäure, in Folge welcher aller Sauerstoff des Wassers und aller Sauerstoff der Kohlensäure, wie bei den flüchtigen sauerstofffreien Oelen, dem Kautschuck ꝛc., oder nur ein Theil dieses Sauerstoffs abgeschieden wird.

Die bekannte Zusammensetzung der verbreitetsten organischen Verbindungen gestattet uns, die Quantität des ausgeschiedenen Sauerstoffs in bestimmten Verhältnissen auszudrücken.

36 Aeq. Kohlensäure und 22 Aeq. Wasserstoff aus 22 Aeq. Wasser = Holzfaser, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure und 36 Aeq. Wasserstoff aus 36 Aeq. Wasser = Zucker, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure und 30 Aeq. Wasserstoff aus 30 Aeq. Wasser = Stärke, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure und 16 Aeq. Wasserstoff aus 16 Aeq. Wasser = Gerbesäure, mit Ausscheidung von 64 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure und 18 Aeq. Wasserstoff aus 18 Aeq. Wasser = Weinsäure, mit Ausscheidung von 45 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure und 18 Aeq. Wasserstoff aus 18 Aeq. Wasser = Aepfelsäure, mit Ausscheidung von 54 Aeq. Sauerstoff.

30 Aeq. Kohlensäure und 24 Aeq. Wasserstoff aus 24 Aeq. Wasser = Terpentinöl, mit Ausscheidung von 84 Aeq. Sauerstoff.

Man beobachtet leicht, daß die Bildung der Säuren begleitet ist von der schwächsten Sauerstoffausscheidung, sie nimmt zu bei den sogenannten neutralen Stoffen der Holzfaser, Zucker, Stärke, und erreicht ihr Maximum bei den Oelen. Die Wirkung des Sonnenlichtes, der Einfluß der Wärme bei dem Reifen der Früchte, wird gewissermaßen durch diese Zahlen repräsentirt.

Beim Reifen der Früchte im Dunkeln vermindert sich un-

ter Absorbtion von Sauerstoff das harzige wasserstoffreiche Blattgrün; es bilden sich rothe und gelbe Farbestoffe; Weinsäure, Citronensäure, Gerbesäure verschwinden, an ihrer Stelle findet sich Zucker, Amylon oder Gummi.

6 Aeq. Weinsäure, beim Hinzutreten von 6 Aeq. Sauerstoff, geben Traubenzucker unter Abscheidung von 12 Aeq. Kohlensäure.

1 Aeq. Gerbestoff, beim Hinzutreten von 8 Aeq. Sauerstoff und 4 Aeq. Wasser, geben unter Ausscheidung von 6 Aeq. Kohlensäure 1 Aeq. Amylum.

Auf diese und ähnliche Weise läßt sich die Bildung von allen stickstofffreien Bestandtheilen aus Kohlensäure und Wasserstoff mit Ausscheidung von Sauerstoff und die Umwandlung des einen in den andern durch Ausscheidung von Kohlensäure unter Assimilation von Sauerstoff erklären.

Wir wissen nicht, in welcher Form die Bildung der Bestandtheile organischer Wesen vor sich geht; in dieser Beziehung muß man diese Entwicklung als ein Bild betrachten, geeignet, uns die Entstehung zu versinnlichen, allein man muß dabei nicht vergessen, daß, wenn die Verwandlung der Weinsäure in Zucker, in den Weintrauben z. B., als Thatsache angesehen wird, so kann sie in keinerlei Umständen in anderen Verhältnissen vor sich gehen.

Der Lebensproceß in der Pflanze stellt sich unter dem bezeichneten Gesichtspunkt dar, als der Gegensatz des chemischen Processes in der Salzbildung. Kohlensäure, Wasser und Zink, miteinander in Berührung, üben eine bestimmte Wirkung auf einander aus, unter Abscheidung von Wasserstoff entsteht eine weiße pulverförmige Verbindung, welche Kohlensäure, Zink und den Sauerstoff des Wassers enthält.

Die lebende Pflanze vertritt in diesem Proceß das Zink; es entstehen in ihrem Assimilationsprocesse unter Ausschei-

dung von Sauerſtoff, Verbindungen, welche die Elemente der Kohlenſäure und den Waſſerſtoff des Waſſers enthalten.

Die Verweſung iſt im Eingange als der große Naturproceß bezeichnet worden, in welchem die Pflanze den Sauerſtoff an die Luft wieder abgiebt, den ſie im lebenden Zuſtande von derſelben nahm. In der Entwickelung begriffen, hat ſie Kohlenſtoff in der Form von Kohlenſäure und Waſſerſtoff aufgenommen, unter Abſcheidung des Sauerſtoffs des Waſſers und einem Theil oder allem Sauerſtoff der Kohlenſäure. In dem Verweſungsproceß wird genau die dem Waſſerſtoff entſprechende Menge von Waſſer durch Oxidation auf Koſten der Luft wieder gebildet; aller Sauerſtoff der organiſchen Materie kehrt in der Form der Kohlenſäure zur Atmoſphäre zurück. Nur in dem Verhältniß alſo, in welchem die verweſenden Materien Sauerſtoff enthalten, können ſie in dem Act der Verweſung Kohlenſäure entwickeln, die Säuren mehr als die neutralen Verbindungen; die fetten Säuren, Harz und Wachs, verweſen nicht mehr, ſie erhalten ſich in dem Boden ohne bemerkbare Veränderung.

Der Urſprung und die Aſſimilation des Stickſtoffs.

In dem humusreichſten Boden kann die Entwickelung der Vegetabilien nicht gedacht werden ohne das Hinzutreten von Stickſtoff, oder einer ſtickſtoffhaltigen Materie.

In welcher Form und wie liefert die Natur dem vegetabi-

lischen Eiweiß, dem Kleber, den Früchten und Saamen diesen für ihre Existenz durchaus unentbehrlichen Bestandtheil?

Auch diese Frage ist einer einfachen Lösung fähig, wenn man sich erinnert, daß Pflanzen zum Wachsen, zur Entwickelung gebracht werden können in reinem Kohlenpulver beim Begießen mit Regenwasser.

Das Regenwasser kann den Stickstoff nur in zweierlei Form enthalten, in der Form von aufgelöster atmosphärischer Luft, oder in der Form von Ammoniak.

Der Stickstoff in der Luft kann durch die gewaltsamsten chemischen Processe nicht befähigt werden, eine Verbindung mit irgend einem Elemente außer dem Sauerstoffe einzugehen; wir haben nicht den entferntesten Grund zu glauben, daß der Stickstoff der Atmosphäre Antheil an dem Assimilationsproceß der Thiere oder Pflanzen nimmt, im Gegentheil wissen wir, daß viele Pflanzen Stickgas aushauchen, was die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelöst im Wasser aufgenommen hatten.

Wir haben auf der andern Seite zahllose Erfahrungen, daß die Entwickelung von stickstoffreichem Kleber in den Cerealien in einer gewissen Beziehung steht zu der Menge des aufgenommenen Stickstoffs, der ihren Wurzeln in der Form von Ammoniak durch verwesende thierische Körper zugeführt wird.

Das Ammoniak steht in der Mannigfaltigkeit der Metamorphosen, die es bei Berührung mit anderen Körpern einzugehen vermag, dem Wasser, was sie in einen so eminenten Grade darbietet, in keiner Beziehung nach. In reinem Zustande im Wasser im hohen Grade löslich, fähig, mit allen Säuren lösliche Verbindungen zu bilden, fähig in Berührung mit andern Körpern, seine Natur als Alkali gänzlich aufzugeben, und die verschiedenartigsten direct einander gegenüberste-

henden Formen einzunehmen; diese Eigenschaften finden wir in keinem andern stickstoffhaltigen Körper wieder.

Ameisensaures Ammoniak verwandelt sich durch den Einfluß einer höheren Temperatur in Blausäure und Wasser, ohne Abscheidung eines Elements; mit Cyansäure bildet es Harnstoff; mit ätherischem Senföl, Bittermandelöl, eine Reihe krystallinischer Körper; mit dem krystallisirbaren bittern Bestandtheil, der Aepfelwurzelrinde, dem Phloridzin, mit dem süßen des Lichen dealbatus, dem Orcin, mit dem geschmacklosen der Roccella tinctoria, dem Erynthrin verwandelt es sich bei Gegenwart von Wasser und Luft in prachtvoll blau oder rothe Farbstoffe; sie sind es, welche als Lackmus, Orseille, künstlich erzeugt werden. In allen diesen Verbindungen hat das Ammoniak aufgehört, in der Form von Ammoniak zu existiren, in der Form eines Alkalis. Alle blauen Farbestoffe, welche durch Säuren roth, alle rothen, welche durch Alkalien, wie das Lackmus, blau werden, enthalten Stickstoff, aber den Stickstoff nicht in der Form einer Basis.

Dieses Verhalten reicht nicht allein hin, um die Meinung zu rechtfertigen, daß das Ammoniak es ist, was allen Vegetabilien ohne Ausnahme, den Stickstoff in ihren stickstoffhaltigen, Bestandtheilen liefert.

Betrachtungen anderer Art geben nichtsdestoweniger dieser Meinung einen Grad der Gewißheit, der jede andere Form der Assimilation des Stickstoffs gänzlich ausschließt.

Fassen wir in der That den Zustand eines wohlbewirthschafteten Gutes ins Auge, von der Ausdehnung, daß es sich selbst zu erhalten vermag, so haben wir darauf eine gewisse Summe von Stickstoff, was wir in der Form von Thieren, Menschen, Getreide, Früchte, in der Form von Thier- und Menschenexcrementen in ein Inventarium gebracht uns vor-

ſtellen wollen. Das Gut wird bewirthſchaftet ohne Zufuhr von Stickſtoff in irgend einer Form von Außen.

Jedes Jahr nun werden die Producte dieſer Oekonomie ausgetauſcht gegen Geld und andere Bedürfniſſe des Lebens, gegen Materialien, die keinen Stickſtoff enthalten. Mit dem Getreide, mit dem Vieh führen wir aber ein beſtimmtes Quantum Stickſtoff aus, und dieſe Ausfuhr erneuert ſich jedes Jahr ohne den geringſten Erſatz; in einer gewiſſen Anzahl von Jahren nimmt das Inventarium an Stickſtoff noch überdieß zu. Wo kommt, kann man fragen, der jährlich ausgeführte Stickſtoff her? (Bouſſingault.)

Der Stickſtoff in den Excrementen kann ſich nicht reproduciren, die Erde kann keinen Stickſtoff liefern, es kann nur die Atmoſphäre ſein, aus welcher die Pflanzen und in Folge davon die Thiere ihren Stickſtoff ſchöpfen. (Bouſſingault.)

Es wird in dem zweiten Theil entwickelt werden, daß die letzten Producte der Fäulniß und Verweſung ſtickſtoffhaltiger thieriſcher Körper in zwei Formen auftreten, in den gemäßigten und kalten Climaten in der Form der Waſſerſtoffverbindung des Stickſtoffs, als Ammoniak, unter den Tropen in der Form ſeiner Sauerſtoffverbindung, der Salpeterſäure, daß aber der Bildung der letzteren ſtets die Erzeugung der erſteren vorangeht. Ammoniak iſt das letzte Product der Fäulniß animaliſcher Körper, Salpeterſäure iſt das Product der Verweſung des Ammoniaks. Eine Generation von einer Milliarde Menſchen erneuert ſich alle dreißig Jahre; Milliarden von Thieren gehen unter, und reproduciren ſich in noch kürzeren Perioden. Wo iſt der Stickſtoff hingekommen, den ſie im lebenden Zuſtande enthielten?

Keine Frage läßt ſich mit größerer Sicherheit und Gewißheit beantworten. Die Leiber aller Thiere und Menſchen ge-

ben nach dem Tode durch ihre Fäulniß allen Stickstoff, den sie enthalten, in der Form von Ammoniak an die Atmosphäre zurück. Selbst in den Leichen auf dem Kirchhofe des Innocens in Paris, 60 Fuß unter der Oberfläche der Erde, war aller Stickstoff, den sie in dem Adipocire zurückbehielten, in der Form von Ammoniak enthalten; es ist die einfachste, die letzte unter allen Stickstoffverbindungen, und es ist der Wasserstoff, zu dem der Stickstoff die entschiedenste, die überwiegendste Verwandtschaft zeigt.

Der Stickstoff der Thiere und Menschen ist in der Atmosphäre als Ammoniak enthalten, in der Form eines Gases, was sich mit Kohlensäure zu einem flüchtigen Salze verbindet, ein Gas, was sich im Wasser mit außerordentlicher Leichtigkeit löst, dessen flüchtige Verbindungen ohne Ausnahmen diese nemliche Löslichkeit besitzen.

Als Ammoniak kann sich der Stickstoff in der Atmosphäre nicht behaupten, denn mit jeder Condensation des Wasserdampfes, zu tropfbarem Wasser, muß sich alles Ammoniak verdichten, jeder Regenguß muß die Atmosphäre in gewissen Strecken von allem Ammoniak auf's Vollkommenste befreien. Das Regenwasser muß zu allen Zeiten Ammoniak enthalten, im Sommer, wo die Regentage weiter von einander entfernt stehen, mehr wie im Winter oder Frühling; der Regen des ersten Regentages muß mehr davon enthalten, als der des zweiten, nach anhaltender Trockenheit, müssen Gewitterregen, die größte Quantität Ammoniak der Erde wieder zuführen. Die Analysen der Luft haben aber bis jetzt diesen, in derselben nie fehlenden Ammoniakgehalt nicht angezeigt; ist es denkbar, daß er unsern feinsten und genauesten Instrumenten entgehen konnte? Gewiß ist diese Quantität für einen Cubikfuß Luft verschwindend, dessenungeachtet ist sie die Summe des Stickstoffgehaltes von tausenden von Milliarden Thieren und Menschen, mehr

als hinreichend, um die einzelnen Milliarden der lebenden Geſchöpfe mit Stickſtoff zu verſehen.

Aus der Tenſion des Waſſerdampfes bei 15° (6,98 Par. Linien) und aus dem bekannten ſpecifiſchen Gewichte deſſelben bei 0° ergiebt ſich, daß bei 15° und 28″ Barometerſtand 1 Cubicmeter = 64 Cubicfuß (heſſ.) Waſſerdampf von 15° enthalten ſind in 487 Cubicmeter = 31,168 Cubicfuß Luft. Dieſe 64 Cubicfuß Waſſerdampf wiegen 0,767 Grammen oder 1 ℔ 16,8 Loth.

Wenn wir nun annehmen, daß die bei 15° völlig mit Feuchtigkeit geſättigte Luft alles Waſſer, was ſie in Gasgeſtalt enthält, tropfbarflüſſig in der Form von Regen fallen läßt, ſo bekommen wir 1 ℔ Regenwaſſer aus 20800 Cubicfuß Luft.

Mit dieſem einem Pfunde Regenwaſſer muß die ganze Quantität des in der Form von Gas, in 20800 Cubicfuß Luft enthaltenen Ammoniaks, der Erde wieder zugeführt werden. Nehmen wir nun an, daß dieſe 20800 Cubicfuß Luft nur einen einzigen Gran Ammoniak enthalten, ſo enthalten 10 Cubiczoll Luft, die wir der Analyſe unterwerfen, 0,00000048 Gran Ammoniak; dieſe außerordentlich geringe Quantität iſt abſolut unbeſtimmbar in der Luft, durch die feinſten und beſten Eudiometer, ihre Beſtimmung fiele in die Beobachtungsfehler ſelbſt dann noch, wenn ſie zehntauſendmal mehr betrüge.

Aber in dem Pfunde Regenwaſſer, was den ganzen Ammoniakgehalt von 20800 Cubikfuß Luft enthält, muß ſie beſtimmbar ſein; es iſt klar, daß wenn dieſes eine Pfund nur ¼ Gran Ammoniak enthält, daß jährlich in den 2,500,000 ℔ Regenwaſſer, die durchſchnittlich auf 2500 □Meter Land fallen, nahe an 80 ℔ Ammoniak und damit 65 ℔ reiner Stickſtoff zugeführt werden. Dieß iſt bei weitem mehr als 2650 ℔

Holz oder 2800 ℔ Heu oder 200 ℔ Runkelrüben, die Erträge von 1 Morgen Wald, Wiese und cultivirtem Land in der Form von vegetabilischem Eiweiß oder Kleber — es ist weniger als Stroh, Korn und Wurzeln auf einem Morgen Getreidefeld, enthalten.

Die genauesten und mit aller Sorgfalt in dem hiesigen Laboratorium angestellten Versuche haben den Amoniakgehalt des Regenwassers außer allem Zweifel gestellt; er ist bis jetzt nur deßhalb aller Beachtung entgangen, weil Niemand daran gedacht hat, in Beziehung auf seine Gegenwart eine Frage zu stellen.

Alles Regenwasser, was zu diesen Versuchen genommen wurde, war etwa 600 Schritte, südwestlich von der Stadt Gießen, in einer Lage aufgefangen, wo die Richtung des Regenwindes nach der Stadt zugekehrt war.

Wenn man mehrere hundert Pfunde Regenwasser in einer reinen kupfernen Blase der Destillation unterwarf und die ersten vorübergehenden Pfunde mit Zusatz von Salzsäure verdampfen ließ, so bekam man nach gehöriger Concentration beim Erkalten eine netzförmige sehr erkennbare Krystallisation von Salmiak; stets waren die Krystalle braun oder gelb gefärbt.

Das Ammoniak fehlt eben so wenig im Schneewasser. Der Schnee enthält beim Beginn des Schneefalles ein Maximum von Ammoniak, und selbst in dem, welcher 9 Stunden nach dem Anfang des Schneiens gefallen war, ließ sich das Ammoniak aufs Deutlichste nachweisen.

Bemerkenswerth ist, daß das im Schnee und Regenwasser vorhandene Ammoniak, wenn es durch Kalk entwickelt wird, von einem auffallenden Geruch nach Schweiß und fauligen Stoffen begleitet ist, was über seinen Ursprung keinen Zweifel läßt.

Hünefeld hat dargethan, daß alle Brunnen in Greifswalde, Wiek, Eldena, Koſtenhagen kohlenſaures und ſalpeterſaures Ammoniak enthalten; man hat Ammoniakſalze in vielen Mineralquellen z. B. in Kiſſingen und anderswo entdeckt; der Gehalt der letzteren kann allein nur aus der Atmoſphäre kommen.

Jedermann kann ſich auf die einfachſte Weiſe von ſeinem Vorhandenſein im Regenwaſſer überzeugen, wenn man friſch aufgefangenes Regenwaſſer, in reinen Porcellanſchalen, mit Zuſatz von etwas Schwefelſäure oder Salzſäure, bis nahe zur Trockniß verdampfen läßt. Dieſe Säuren nehmen dem Ammoniak, indem ſie ſich damit verbinden, ſeine Flüchtigkeit; der Rückſtand enthält Salmiak oder ſchwefelſaures Ammoniak, das man mit Platinchlorid und noch viel leichter an dem durchdringend urinöſen Geruch erkennt, welcher ſich beim Zuſatz von pulverigen Kalkhydrat entwickelt.

Von dieſem Ammoniakgehalt rührt die von dem reinen deſtillirten Waſſer ſo verſchiedene Beſchaffenheit, in der Benetzung der Haut, ſogenannte Weichheit, des Regenwaſſers her; es iſt darin enthalten als kohlenſaures Ammoniak.

Das Vorhandenſein des Ammoniaks in der Atmoſphäre, als unbeſtreitbare Thatſache feſtgeſtellt, wiſſen wir, daß ſich ſeine Gegenwart in jedem Zeitmomente, durch die ununterbrochene fortſchreitende Fäulniß und Verweſung thieriſcher und vegetabiliſcher Stoffe in der Luft wieder erneuert; ein Theil des mit dem Regenwaſſer niedergefallenen Ammoniaks verdampft wieder mit dem Waſſer, ein anderer Theil wird, wir wollen es annehmen, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, und indem er neue Verbindungen eingeht, entſtehen daraus, je nach den verſchiedenen Organen der Aſſimilation, Eiweißſtoff, Kleber, Chinin, Morphium, Cyan und die große

Zahl der anderen Stickſtoffverbindungen. Das bekannte chemiſche Verhalten des Ammoniaks entfernt jeden, auch den leiſeſten Zweifel in Beziehung auf ſeine Fähigkeit, Verbindungen dieſer Art einzugehen, ſich alſo zu den mannigfaltigſten Metamorphoſen zu eignen; die jetzt zu löſende Frage beſchränkt ſich lediglich darauf, ob das Ammoniak in der Form von Ammoniak von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, ob es von den Organen der Pflanze zur Hervorbringung der darin enthaltenen ſtickſtoffhaltigen Stoffe verwendet wird. Dieſe Frage iſt leicht und mit den bekannteſten und entſcheidenſten Thatſachen zu löſen.

Im Jahr 1834 beſchäftigte ich mich gemeinſchaftlich mit Herrn Geh. Medicinalrath Wilbrand, Profeſſor der Botanik an der hieſigen Univerſität, mit der Beſtimmung des Zuckergehaltes verſchiedener Ahornarten, welche auf ungedüngtem Boden ſtanden. Wir bekamen aus allen durch bloße Abdampfung ohne weiteren Zuſatz kryſtalliſirten Zucker und machten bei dieſer Gelegenheit die unerwartete Beobachtung, daß dieſer Saft bei Zuſatz an Kalk, wie der Rohrzucker bei der Raffination behandelt, eine große Menge Ammoniak entwickelte. In der Vorausſetzung, daß durch die Bosheit eines Menſchen, Urin in die an den Bäumen aufgeſtellten Gefäße zum Aufſammeln des Saftes gekommen wäre, wurden ſie mit großer Aufmerkſamkeit überwacht, allein auch in dieſem Safte fand ſich wieder eine reichliche Menge Ammoniak in der Form eines neutralen Salzes vor, denn der Saft war vollkommen farblos und beſaß keine Wirkung auf Pflanzenfarben.

Dieſelbe Beobachtung wurde an Birkenſaft gemacht, welcher zwei Stunden von jeder menſchlichen Wohnung entfernt, von Bäumen aus dem Walde gewonnen war; der mit Kalk geklärte Saft abgedampft, entwickelte reichlich Ammoniak.

Das Thränenwasser der Weinrebe hinterläßt, mit einigen Tropfen Salzsäure abgedampft, eine farblose gummiähnliche zerfließliche Masse, welche durch Zusatz von Kalk reichlich Ammoniak entwickelt.

In den Rübenzuckerfabriken werden Tausende von Cubikfußen Saft, täglich mit Kalk geklärt, von allem Kleber und vegetabilischem Eiweiß befreit, zur Krystallisation abgedampft. Jedermann, welcher in eine solche Fabrik eintritt, wird von der außerordentlich großen Menge Ammoniak überrascht, was sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigt und in der Luft verbreitet. Auch dieses Ammoniak ist darin in der Form eines Ammoniaksalzes zugegen, denn der neutrale Saft verhält sich wie ihre Auflösungen im Wasser; er nimmt wie diese beim Verdampfen eine saure Reaction an, indem sich das neutrale Salz durch Ammoniakverlust in saures verwandelt. Die freie Säure, die hierbei entsteht, ist wie man weiß eine Quelle von Verlust an Rohrzucker für die Rübenzuckerfabrikanten, da durch sie ein Theil des Rohrzuckers in nicht krystallisirbaren Traubenzucker und Syrup übergeht. Die in den Apotheken durch Destillation über Blüthen, Kräutern und Wurzeln erhaltenen Wasser, alle Extracte von Pflanzen enthalten Ammoniak. Der unreife, einer durchsichtigen Gallerte ähnliche, Kern der Mandeln und Pfirsiche entwickelt beim Zusatz von Alkalien reichlich Ammoniak. (Robiquet). Der Saft frischer Tabacksblätter enthält Ammoniaksalze. Wurzeln (Runkelrüben), Stämme (Ahorn), alle Blüthen, die Früchte im unreifen Zustande, überall findet sich Ammmoniak.

In dem Ahornsaft, dem Birkensafte ist neben Zucker der stickstoffreichste unter allen Körpern das Ammoniak, es sind darin alle Bedingungen der Bildung der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheile der Triebe, Sprossen und Blätter enthalten. Mit ihrer Entwickelung vermindert sich die Menge

des Saftes, mit ihrer Ausbildung giebt der Baum keinen Saft mehr. Den entscheidensten Beweis, daß es das Ammoniak ist, was den Vegetabilien den Stickstoff liefert, giebt die animalische Düngung in der Cultur der Futtergewächse und Cerealien.

Der Gehalt an Kleber ist in dem Weizen, in dem Roggen, der Gerste äußerst verschieden, ihre Körner, auch in dem ausgebildetesten Zustande, sind ungleich reich an diesem stickstoffhaltigen Bestandtheil. In Frankreich fand Prouſt 12,5 p. c., in Baiern Vogel 24, nach Davy enthält der Winterweizen 19, der Sommerweizen 24 p. c., der Sicilianische 21, der aus der Berberei 19 p. c., das Mehl aus Elsasser Weizen enthält nach Bouſſingault 17,3, aus Weizen, der im Jardin des plantes gezogen ward, 26,7, der Winterweizen enthält 33,3 p. c. (Bouſſingault) Kleber. Diesen so großen Abweichungen muß eine Ursache unterliegen, und wir finden diese Ursache in der Cultur. Eine Vermehrung des animalischen Düngers hat nicht allein eine Vermehrung der Anzahl der Saamen zur Folge, sie übt einen nicht minder bemerkenswerthen Einfluß auf die Vergrößerung des Glutengehaltes.

Der animalische Dünger wirkt nun, wie später gezeigt werden soll, nur durch Ammoniakbildung; während 100 Weizen mit dem am Ammoniak ärmsten Kuhmist gedüngt, nur 11,95 p. c. Kleber und 62,34 Amylon enthielten, gab der mit Menschenharn gedüngte Boden das Maximum an Kleber, nemlich 35,1 p. c. in 100 Th. Weizen, also nahe die dreifache Menge. (Hermbstädt.) In gefaultem Menschenharn ist aber der Stickstoff als kohlensaures, phosphorsaures, milchsaures Ammoniak, und in keiner andern Form als in der Form eines Ammoniaksalzes enthalten.

„In Flandern wird der gefaulte Urin mit dem größten Erfolg als Dünger verwendet. In der Fäulniß des Urins er-

zeugen ſich im Ueberfluß, man kann ſagen ausſchließlich nur Ammoniakſalze, denn unter dem Einfluß der Wärme und Feuchtigkeit verwandelt ſich der Harnſtoff, welcher in dem Urin vorwaltet, in kohlenſaures Ammoniak. An der Peruaniſchen Küſte wird der Boden, der an und für ſich im höchſten Grade unfruchtbar iſt, vermittelſt eines Düngers, des Guano *), fruchtbar gemacht, den man auf mehreren Inſelchen des Südmeeres ſammelt. In einem Boden, der einzig und allein nur aus Sand und Thon beſteht, genügt es, dem Boden nur eine kleine Quantität Guano beizumiſchen, um darauf die reichſten Ernten von Mais zu erhalten. Der Boden enthält außer Guano nicht das geringſte einer andern organiſchen Materie und dieſer Dünger enthält weiter nichts, wie harnſaures, phosphorſaures, oxalſaures, kohlenſaures Ammoniak und einige Erdſalze." (*Boussingault*, Ann. de ch. et de phys. LXV. p. 319.)

Das Ammoniak in ſeinen Salzen hat alſo dieſen Pflanzen den Stickſtoff geliefert. Was man in dem Getreide aber Kleber nennt, heißt in dem Traubenſafte vegetabiliſches Eiweiß, in den Pflanzenſäften Pflanzenleim; obwohl dem Namen nach verſchieden, ſind dieſe drei Körper in ihrem Verhalten, in ihrer Zuſammenſetzung identiſch.

Das Ammoniak iſt es, was dem Hauptbeſtandtheil der Pflanzen, dem vegetabiliſchen Eiweiß, den Stickſtoff liefert, nur das Ammoniak kann es ſein, aus dem ſich die blauen und rothen Farbeſtoffe in den Blumen bilden. In keiner andern Form als in der Form von Ammoniak bietet ſich den wild-

*) Der Guano ſtammt auf dieſen Inſeln von zahlloſen Waſſervögeln, welche ſie zur Zeit der Brut bewohnen, es ſind die verfaulten Excremente derſelben, welche den Boden mit einer mehre Fuß hohen Schicht bedecken.

wachſenden Pflanzen aſſimilirbarer Stickſtoff dar, es iſt das Ammoniak, was ſich im Taback, der Sonnenblume, dem Chenopodium, dem Borago officinalis in Salpeterſäure verwandelt, wenn ſie auf völlig ſalpeterloſem Boden wachſen; ſalpeterſaure Salze ſind in ihnen Bedingungen ihrer Exiſtenz, ſie entwickeln nur dann die üppigſte Vegetation, wenn ihnen Sonnenlicht und Ammoniak im Ueberfluß dargeboten wird; Sonnenlicht, was in ihren Blättern und Stengeln die Ausſcheidung von freiem Sauerſtoff bewirkt, Ammoniak, durch deſſen Verbindung mit dem Sauerſtoff unter allen Umſtänden Salpeterſäure gebildet wird.

Der Urin des Menſchen und der fleiſchfreſſenden Thiere enthält die größte Menge Stickſtoff; theils in der Form von phosphorſauren Salzen, theils in der Form von Harnſtoff; der letztere verwandelt ſich durch Fäulniß in doppelt kohlenſaures Ammoniak, d. h. er nimmt die Form des Salzes an, was wir im Regenwaſſer finden.

Der Urin des Menſchen iſt das kräftigſte Düngmittel für alle an Stickſtoff reichen Vegetabilien, der Urin des Hornviehs, der Schafe, des Pferdes iſt minder reich an Stickſtoff, aber immer noch unendlich reicher als die Excremente dieſer Thiere.

Der Urin der grasfreſſenden Thiere enthält neben Harnſtoff Hippurſäure, die ſich durch die Fäulniß in Ammoniak und Benzoeſäure zerſetzt, wir finden das Ammoniak derſelben als Kleber, und die Benzoeſäure in dem Anthoxanthum odoratum als Benzoeſäure wieder.

Vergleichen wir den Stickſtoffgehalt der Excremente von Thieren und Menſchen mit einander, ſo verſchwindet der Stickſtoffgehalt der feſten, wenn wir ihn mit dem Gehalt an Stickſtoff in den flüſſigen vergleichen, dieß kann der Natur der Sache nach nicht anders ſein.

Die Nahrungsmittel, welche Thiere und Menschen zu sich nehmen, unterhalten nur insofern das Leben, die Assimilation, als sie dem Organismus die Elemente darbieten, die er zu seiner eigenen Reproduction bedarf; das Getreide, die frischen und trocknen Gräser und Pflanzen enthalten ohne Ausnahme stickstoffreiche Bestandtheile.

Das Gewicht des Futters und der Speise, welche das Thier zu seiner Ernährung zu sich nimmt, vermindert sich in dem nämlichen Verhältniß, als dieses Futter, die Speise, reich, sie nimmt in dem Verhältniß zu, als das Futter arm ist, an diesen stickstoffhaltigen Bestandtheilen. Man kann durch Fütterung mit Kartoffeln allein ein Pferd am Leben erhalten, aber dieses Leben ist ein langsames Verhungern, es wächst ihm weder Masse noch Kraft zu, es unterliegt einer jeden Anstrengung. Die Quantitäten von Reis, welche der Indier bei seiner Mahlzeit zu sich nimmt, setzen den Europäer in Erstaunen, aber der Reis ist die an Stickstoff ärmste unter allen Getreidearten.

Es ist klar, daß der Stickstoff der Pflanzen und Saamen, welche Thieren zur Nahrung dienen, zur Assimilation verwendet wird, die Excremente dieser Thiere müssen, wenn sie verdaut sind, ihres Stickstoffs beraubt sein, sie können nur insofern Stickstoff noch enthalten, als ihnen Secretionen der Galle und Eingeweide beigemischt sind. Sie müssen unter allen Umständen weniger Stickstoff enthalten, als die Speisen, als das Futter. Die Excremente der Menschen sind unter allen die stickstoffreichsten, denn das Essen ist bei ihnen nicht nur die Befriedigung eines Bedürfnisses, sondern zugleich eine Quelle von Genuß, sie genießen mehr Stickstoff, als sie bedürfen, und dieser Ueberschuß geht in die Excremente über.

Wir bringen demnach in der Bewirthschaftung der Felder,

die wir mit thierischen Excrementen fruchtbarer machen, unter allen Umständen weniger stickstoffhaltige Materie zurück, als wir davon als Futter, Kraut oder Saamen denselben genommen haben, wir fügen durch den Dünger, dem Nahrungsstoff, den die Atmosphäre liefert, eine gewisse Quantität desselben hinzu, und die eigentlich wissenschaftliche Aufgabe für den Oekonomen beschränkt sich mithin darauf, dasjenige stickstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanzen, welches die Excremente der Thiere und Menschen durch ihre Fäulniß erzeugen, dieses Nahrungsmittel für *seine* Pflanzen zu verwenden. Wenn er es nicht in der geeigneten Form auf seine Aecker bringen würde, wäre es für ihn zum großen Theil verloren. Ein unbenutzter Haufen Dünger würde ihm nicht mehr als seinen Nachbarn zu Gute kommen, nach einigen Jahren würde er an seinem Platze die kohlehaltigen Ueberreste der verwesenden Pflanzentheile, aber in ihnen keinen Stickstoff mehr wieder finden. Aller Stickstoff würde daraus in Form von kohlensaurem Ammoniak entwichen sein.

Jedes thierische Excrement ist eine Quelle von Ammoniak und Kohlensäure, welche so lange dauert, als noch Stickstoff darin vorhanden ist, in jedem Stadium seiner Verwesung oder Fäulniß entwickelt es mit Kalilauge befeuchtet Ammoniak, was an dem Geruche und durch die dicken weißen Dämpfe bemerkbar wird, wenn man einen mit Säure benetzten festen Gegenstand in ihre Nähe bringt, dieses Ammoniak wird von dem Boden, theils in Wasser gelöst, theils in Form von Gas aufgenommen und eingesaugt und mit ihm findet die Pflanze eine größere Menge des ihr unentbehrlichen Stickstoffs vor, als die Atmosphäre ihr liefert.

Aber es ist weit weniger die Menge von Ammoniak, was thierische Excremente den Pflanzen zuführen, als die Form, in

welcher es geschieht, welche ihren so auffallenden Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens bedingt.

Die wildwachsenden Pflanzen erhalten durch die Atmosphäre in den meisten Fällen mehr Stickstoff in der Form von Ammoniak, als sie zu ihrer Entwickelung bedürfen, denn das Wasser, was durch die Blüthen und Blätter verdunstet, geht in stinkende Fäulniß über, eine Eigenschaft, welche nur stickstoffhaltigen Materien zukommt.

Die Culturpflanzen empfangen von der Atmosphäre die nemliche Quantität Stickstoff, wie die wildwachsenden, wie die Bäume und Sträucher; allein er ist nicht hinreichend für die Zwecke der Feldwirthschaft; sie unterscheidet sich darin wesentlich von der Forstwirthschaft, als ihre Hauptaufgabe, ihr wichtigster Zweck, in der Produktion von assimilirbarem Stickstoff in irgend einer Form besteht, während der Zweck der Forstwirthschaft sich hauptsächlich nur auf die Produktion von Kohlenstoff beschränkt.

Diesen beiden Zwecken sind alle Mittel der Cultur untergeordnet. Von dem kohlensauren Ammoniak, was das Regenwasser dem Boden zuführt, geht nur ein Theil in die Pflanze über, denn mit dem verdampfenden Wasser verflüchtigt sich, jeder Zeit, eine gewisse Menge davon. Nur was der Boden in größerer Tiefe empfängt, was mit dem Thau unmittelbar den Blättern zugeführt wird, was sie aus der Luft mit der Kohlensäure einsaugen, nur dieß Ammoniak wird für die Assimilation gewonnen werden können.

Die flüssigen thierischen Excremente, der Urin der Menschen und Thiere, mit welchem die ersten durchdrungen sind, enthalten den größten Theil des Ammoniaks in der Form von Salzen, in einer Form, wo es seine Fähigkeit sich zu verflüchtigen gänzlich verloren hat.

In dieſem Zuſtande dargeboten geht auch nicht die kleinſte Menge davon der Pflanze verloren, es wird im Waſſer gelöſt von den Wurzelfaſern eingeſaugt.

Die ſo in die Augen fallende Wirkung des Gypſes auf die Entwicklung der Grasarten, die geſteigerte Fruchtbarkeit und Ueppigkeit einer Wieſe, die mit Gyps beſtreut iſt, ſie beruht auf weiter nichts, als auf der Fixirung des Ammoniaks der Atmoſphäre, auf der Gewinnung von derjenigen Quantität, die auf nicht gegypſtem Boden mit dem Waſſer wieder verdunſtet wäre.

Das in dem Regenwaſſer gelöſte kohlenſaure Ammoniak zerlegt ſich mit dem Gyps auf die nemliche Weiſe wie in den Salmiakfabriken, es entſteht lösliches, nicht flüchtiges ſchwefelſaures Ammoniak und kohlenſaurer Kalk. Nach und nach verſchwindet aller Gyps, aber ſeine Wirkung hält an, ſo lange noch eine Spur davon vorhanden iſt.

Man hat die Wirkung des Gypſes und vieler Salze mit der von Gewürzen verglichen, welche die Thätigkeit des Magens, der Eingeweide ſteigern und den Organismus befähigen, mehr und kräftiger zu verdauen.

Eine Pflanze enthält keine Nerven, es iſt keine Subſtanz denkbar, durch die ſie in Rauſch, in Schlaf, in Wahnſinn verſetzt werden kann; es kann keine Stoffe geben, durch welche ein Blatt gereizt wird, eine größere Menge Kohlenſtoff aus der Luft ſich anzueignen, wenn die anderen Beſtandtheile fehlen, welche die Pflanze, der Saamen, die Wurzel, das Blatt neben dem Kohlenſtoff zu ihrer Entwickelung bedürfen.

Die günſtigen Wirkungen von kleinen Quantitäten, den Speiſen der Menſchen beigemiſchten Gewürzen ſind unleugbar, aber man giebt ja den Pflanzen das Gewürz allein, ohne die Speiſe hinzuzufügen, die ſie verdauen ſollen, und dennoch gedeihen ſie mit weit größerer Ueppigkeit.

Man sieht leicht, daß die gewöhnliche Ansicht über den Einfluß gewisser Salze auf die Entwickelung der Pflanzen weiter nichts bethätigt, als daß man die Ursache nicht kannte.

Die Wirkung des Gypses, des Chlorcalciums ist eine Fixirung des Stickstoffs, ein Festhalten in dem Boden von Ammoniak, was die Pflanzen nicht entbehren können.

Um sich eine bestimmte Vorstellung von der Wirksamkeit des Gypses zu machen, wird die Bemerkung genügen, daß 100 ℔ gebrannter Gyps so viel Ammoniak in dem Boden fixiren, als 6250 ℔ reiner Pferdeharn *) demselben in der Voraussetzung zuführen können, daß der Stickstoff der Hippursäure und der des Harnstoffs in der Form von kohlensaurem Ammoniak ohne den geringsten Verlust an der Pflanze aufgenommen wurden.

Nehmen wir nun nach Bousſingault (Ann. de chim. et de phys. T. LXIII. pag. 243) an, daß das Gras $\frac{1}{100}$ seines Gewichts Stickstoff enthält, so steigert ein Pfd Stickstoff, welches wir mehr zuführen, den Ertrag der Wiese um 100 ℔ Futter, und diese 100 ℔ Mehrertrag, sind der Erfolg der Wirkung von 4 ℔ Gyps.

Zur Assimilation des gebildeten schwefelsauren Ammoniaks und zur Zersetzung des Gypses ist, seiner Schwerlöslichkeit (1 Theil bedarf 400 Theile Wasser) wegen, Wasser die unentbehrlichste Bedingung, auf trockenen Feldern und Wiesen ist deshalb sein Einfluß nicht bemerkbar, während auf diesen, thie-

*) Der Pferdeharn enthält nach Fourcroy und Vauquelin in 1000 Theilen:

Harnstoff	7 Theile,
hippursaures Natron	24 »
Salze und Wasser .	979 »
	1000 Theile.

riſcher Dünger, durch die Aſſimilation des gasförmigen kohlenſauren Ammoniaks, was ſich daraus in Folge ſeiner Verweſung entwickelt, ſeine Wirkung nicht verſagt.

Die Zerſetzung des Gypſes durch das kohlenſaure Ammoniak geht nicht auf einmal, ſondern ſehr allmählig vor ſich, woraus ſich erklärt, warum ſeine Wirkung mehrere Jahre anhält.

Nicht minder einfach erklärt ſich jetzt die Düngung der Felder mit gebranntem Thon, die Fruchtbarkeit der eiſenoxidreichen Bodenarten; man hat angenommen, daß ihre bis dahin ſo unbegreifliche Wirkung auf einer Anziehung von Waſſer beruhe, aber die gewöhnliche trockene Ackererde beſitzt dieſe Eigenſchaft in nicht geringerem Grade, und welchen Einfluß kann man zuletzt einigen hundert Pfunden Waſſer zuſchreiben, welche in einem Zuſtande auf einem Acker vertheilt ſind, wo weder die Wurzel noch die Blätter Nutzen davon ziehen können.

Eiſenoxid und Thonerde zeichnen ſich vor allen andern Metalloxiden durch die Fähigkeit aus, ſich mit Ammoniak zu feſten Verbindungen vereinigen zu können. Die Niederſchläge, die wir durch Ammoniak in Thonerde- und Eiſenoxidſalzen hervorbringen, ſind wahre Salze, worin das Ammoniak die Rolle einer Baſe ſpielt.

Dieſe ausgezeichnete Verwandtſchaft zeigt ſich noch in der merkwürdigen Fähigkeit, welche alle eiſenoxid- oder thonerdereichen Mineralien beſitzen, Ammoniak aus der Luft anzuziehen und zurückzuhalten.

Ein Criminalfall gab bekanntlich Vauquelin die Veranlaſſung zur Entdeckung, daß alles Eiſenoxid eine gewiſſe Quantität Ammoniak enthält; ſpäter fand Chevallier, daß das Ammoniak einen Beſtandtheil aller eiſenhaltigen Mineralien ausmacht, daß ſogar der nicht poröſe Blutſtein nahe ein p. c. Ammoniak enthält, und Bouis entdeckte, daß der Geruch, den

man beim Befeuchten aller thonreichen Mineralien bemerkt, zum Theil von ausgehauchtem Ammoniak herrührt; eine Menge Gyps- und Thonarten, die Pfeifenerde und andere, entwickelten ſelbſt noch nach zwei Tagen, wenn ſie mit kauſtiſchem Kali befeuchtet wurden, ſo viel Ammoniak, daß darüber gehaltenes geröthetes Lackmuspapier davon blau wurde.

Eiſenoxidhaltiger Boden und gebrannter Thon, deſſen poröſer Zuſtand das Einſaugen von Gas noch mehr begünſtigt, ſind alſo wahre Ammoniakſauger, welches ſie durch ihre chemiſche Anziehung vor der Verflüchtigung ſchützen; ſie verhalten ſich gerade ſo, wie wenn eine Säure auf der Oberfläche des Bodens ausgebreitet wäre. Mineral- und andere Säuren würden aber in den Boden bringen, ſie würden durch ihre Verbindung mit Kalk, Thonerde und anderen Baſen ihre Fähigkeit, Ammoniak aus der Luft aufzunehmen, ſchon nach einigen Stunden verlieren. Mit jedem Regenguß tritt das eingeſaugte Ammoniak an das Waſſer, und wird in Auflöſung dem Boden zugeführt.

Eine nicht minder energiſche Wirkung zeigt in dieſer Beziehung das Kohlenpulver; es übertrifft ſogar im friſch geglühten Zuſtande alle bekannten Körper in der Fähigkeit, Ammoniakgas in ſeinen Poren zu verdichten, da 1 Volumen davon 90 Volumina Ammoniakgas in ſeinen Poren aufnimmt, was ſich durch bloßes Befeuchten daraus wieder entwickelt. (Sauſſure.)

In dieſer Fähigkeit kommt der Kohle das verweſende (Eichenholz) Holz ſehr nahe, da es unter der Luftpumpe, von allem Waſſer befreit, 72mal ſein eigenes Volumen davon verſchluckt.

Wie leicht und befriedigend erklären ſich nach dieſen Thatſachen die Eigenſchaften des Humus (der verweſenden Holzfaſer). Er iſt nicht allein eine lange andauernde Quelle von Kohlenſäure, ſondern er verſieht auch die Pflanzen mit dem

zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen Stickſtoff. Wir finden Stickſtoff in allen Flechten, welche auf Baſalten, auf Felſen wachſen; wir finden, daß unſere Felder mehr Stickſtoff produciren, als wir ihnen als Nahrung zuführen; wir finden Stickſtoff in allen Bodenarten, in Mineralien, die ſich nie in Berührung mit organiſchen Subſtanzen befanden. Es kann nur die Atmoſphäre ſein, aus welcher ſie dieſen Stickſtoff ſchöpfen.

Wir finden in der Atmoſphäre, in dem Regenwaſſer, im Quellwaſſer, in allen Bodenarten dieſen Stickſtoff in der Form von Ammoniak, als Product der Verweſung und Fäulniß der ganzen, der gegenwärtigen Generation vorangegangenen, Thier- und Pflanzenwelt; wir finden, daß die Production der ſtickſtoffreichen Beſtandtheile der Pflanzen mit der Quantität Ammoniak zunimmt, die wir in dem thieriſchen Dünger zuführen; und kein Schluß kann wohl beſſer begründet ſein als der, daß das Ammoniak der Atmoſphäre es iſt, welches den Pflanzen ihren Stickſtoff liefert.

Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer enthalten in ihren Elementen, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Bedingungen zur Erzeugung aller Thier- und Pflanzenſtoffe, während ihres Lebens. Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer ſind die letzten Producte des chemiſchen Proceſſes ihrer Fäulniß und Verweſung. Alle die zahlloſen, in ihren Eigenſchaften ſo unendlich verſchiedenen, Producte der Lebenskraft nehmen nach dem Tode die urſprünglichen Formen wieder an, aus denen ſie gebildet worden ſind. Der Tod, die völlige Auflöſung einer untergegangenen Generation, iſt die Quelle des Lebens für eine neue.

Sind die genannten Verbindungen, kann man nun fragen, die einzigen Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien? Dieſe Frage muß entſchieden verneint werden.

Die anorganiſchen Beſtandtheile der Vegetabilien.

Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer können von keiner Pflanze entbehrt werden, eben weil ſie die Elemente enthalten, woraus ihre Organe beſtehen; aber zur Ausbildung gewiſſer Organe zu beſonderen Verrichtungen, eigenthümlich für jede Pflanzenfamilie, gehören noch andere Materien, welche der Pflanze durch die anorganiſche Natur dargeboten werden.

Wir finden dieſe Materien, wiewohl in verändertem Zuſtande, in der Aſche der Pflanzen wieder.

Von dieſen anorganiſchen Beſtandtheilen ſind viele veränderlich, je nach dem Boden, auf dem die Pflanzen wachſen; allein eine gewiſſe Anzahl davon iſt für ihre Entwickelung unentbehrlich.

Die Wurzel einer Pflanze in der Erde verhält ſich zu allen gelöſ'ten Stoffen wie ein Schwamm, der das Flüſſige und Alles, was darin iſt, ohne Auswahl einſaugt. Die der Pflanze in dieſer Weiſe zugeführten Stoffe werden in größerer oder geringerer Menge zurückbehalten oder wieder ausgeſchieden, je nachdem ſie zur Aſſimilation verwendet werden, oder ſich nicht dafür eignen.

In den Saamen aller Grasarten fehlt aber z. B. niemals phosphorſaure Bittererde in Verbindung mit Ammoniak; es iſt in der äußeren hornartigen Hülle enthalten und geht durch das Mehl in das Brot und ebenfalls in das Bier über. Die Kleie des Mehls enthält die größte Menge davon, und es iſt dieſes Salz, aus dem im kryſtalliſirten Zuſtande, die oft

mehrere Pfund ſchweren Steine in dem Blinddarm der Müllerpferde gebildet werden, welches ſich aus dem Bier in Geſtalt eines weißen Niederſchlags abſetzt, wenn man es mit Ammoniak vermiſcht.

Die meiſten, man kann ſagen, alle Pflanzen enthalten organiſche Säuren von der mannichfaltigſten Zuſammenſetzung und Eigenſchaften; alle dieſe Säuren ſind an Baſen gebunden, an Kali, Natron, Kalk oder Bittererde, nur wenige Pflanzen enthalten freie organiſche Säuren; dieſe Baſen ſind es offenbar, welche durch ihr Vorhandenſein die Entſtehung dieſer Säuren vermitteln; mit dem Verſchwinden der Säure bei dem Reifen der Früchte, der Weintrauben z. B., nimmt der Kaligehalt des Saftes ab.

In denjenigen Theilen der Pflanzen, in denen die Aſſimilation am ſtärkſten iſt, wie in dem Holzkörper, finden ſich dieſe Beſtandtheile in der geringſten Menge, ihr Gehalt iſt am größten in den Organen, welche die Aſſimilation vermitteln; in den Blättern findet ſich mehr Kali, mehr Aſche, als in den Zweigen, dieſe ſind reicher daran, als der Stamm (Sauſſure). Vor der Blüthe enthält das Kartoffelnkraut mehr Kali, als nach derſelben (Mollerat).

In den verſchiedenen Pflanzenfamilien finden wir die verſchiedenſten Säuren, Niemand kann nur entfernt die Anſicht hegen, daß ihre Gegenwart, daß ihre Eigenthümlichkeit ein Spiel des Zufalls ſei. Die Fumarſäure, die Oxalſäure in den Flechten, die Chinaſäure in den Rubiaceen, die Roccellſäure in der Roccella tinctoria, die Weinſäure in den Weintrauben, und die zahlreichen andern organiſchen Säuren, ſie müſſen in dem Leben der Pflanze zu gewiſſen Zwecken dienen. Das Beſtehen einer Pflanze kann ohne ihre Gegenwart nicht gedacht werden.

In dieser Voraussetzung aber, welche für unbestreitbar gehalten werden darf, ist irgend eine alkalische Basis ebenfalls eine Bedingung ihres Lebens, denn alle diese Säuren kommen in der Pflanze als neutrale oder saure Salze vor. Es giebt keine Pflanze, welche nicht nach dem Einäschern eine Kohlensäure haltige Asche hinterläßt, keine also, in welcher pflanzensaure Salze fehlen.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnen diese Basen eine für die Physiologie und Agricultur hochwichtige Bedeutung, denn es ist klar, daß die Quantitäten dieser Basen, wenn das Leben der Pflanzen in der That an ihre Gegenwart gebunden ist, unter allen Umständen ebenso unveränderlich sein muß, als es, wie man weiß, die Sättigungscapacität der Säuren ist.

Es ist kein Grund vorhanden zu glauben, daß die Pflanze im Zustande der freien ungehinderten Entwickelung mehr von der ihr eigenthümlichen Säure producire, als sie grade zu ihrem Bestehen bedarf; in diesem Falle aber wird eine Pflanze, auf welchem Boden sie auch wachsen mag, stets eine nie wechselnde Menge alkalischer Basis enthalten. Nur die Cultur wird in dieser Hinsicht eine Abweichung bewirken können.

Um diesen Gegenstand zum klaren Verständniß zu bringen, wird es kaum nöthig sein, daran zu erinnern, daß sich alle diese alkalischen Basen in ihrer Wirkungsweise vertreten können, daß mithin der Schluß, zu dem wir nothwendig gelangen müssen, in keiner Beziehung gefährdet wird, wenn eine dieser Basen in einer Pflanze vorkommt, während sie in einer andern Pflanze derselben Art fehlt.

Wenn der Schluß wahr ist, so muß die fehlende Basis ersetzt und vertreten sein, durch eine andere von gleichem Wir-

kungswerth, sie muß ersetzt sich vorfinden durch ein Aequivalent von einer der andern Basen. Die Anzahl der Aequivalente dieser Basen wären hiernach eine unveränderliche Größe, und hieraus würde von selbst die Regel gefolgert werden müssen, daß die Sauerstoffmenge aller alkalischen Basen zusammengenommen unter allen Umständen unveränderlich ist, — auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen, welchen Boden sie auch erhalten mag.

Dieser Schluß bezieht sich, wie sich von selbst versteht, nur auf diejenigen alkalischen Basen, welche als pflanzensaure Salze Bestandtheile der Pflanzen ausmachen, wir finden nun grade diese in der Asche derselben als kohlensaure Salze wieder, deren Quantität leicht bestimmbar ist.

Es sind von Saussure und Berthier eine Reihe von Analysen von Pflanzenaschen angestellt worden, aus denen sich als unmittelbares Resultat ergab, daß der Boden einen entschiedenen Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an diesen Metalloxiden hat, daß Fichtenholzasche vom Mont Breven z. B. Bittererde enthielt, welche in der Asche desselben Baumes vom Gebirge La Salle fehlte, daß die Mengen des Kali's und Kalks in den Bäumen der beiden Standorte ebenfalls sehr verschieden war.

Man hat, wie ich glaube mit Unrecht, hieraus geschlossen, daß die Gegenwart dieser Basen in den Pflanzen in keiner besonderen Beziehung zu ihrer Entwickelung stehe, denn wenn dieß wirklich wäre, so müßte man es für das sonderbarste Spiel des Zufalls halten, daß gerade durch diese Analysen der Beweis vom Gegentheil geführt werden kann.

Diese beiden Fichtenaschen von einer so ungleichen Zusammensetzung enthalten nemlich nach de Saussure's Analyse eine gleiche Anzahl von Aequivalenten von diesen Metalloxiden.

oder, was das nemliche iſt, der Sauerſtoffgehalt von allen zuſammen genommen iſt in beiden gleich.

100 Theile Fichtenaſche vom Mont Breven enthalten:

Kohlenſaures Kali . .	3,60	Sauerſtoffgehalt des Kalis . .	0,41
Kohlenſauren Kalk . .	46,34	» » des Kalks . .	7,33
Kohlenſaure Bittererde	6,77	» » der Bittererde	1,27
Summe der kohlenſauren Salze . . .	56,71.	in Summe Sauerſtoff	9,01.

100 Theile Fichtenaſche vom Mont La Salle enthalten:

Kohlenſaures Kali	7,36	Sauerſtoffgehalt des Kalis	0,85
Kohlenſauren Kalk	51,19	» » » Kalks	8,10
Bittererde	00,00		
Summe der kohlenſauren Salze	58,55.	in Summe Sauerſtoff	8,95.

Die Zahlen 9,01 und 8,95, welche den Sauerſtoffgehalt aller Baſen in beiden Fichtenaſchen zuſammen genommen ausdrücken, ſind einander ſo nahe, wie nur in Analyſen erwartet werden kann, wo die Ausmittelung deſſelben die ganze Aufmerkſamkeit in Anſpruch nimmt.

Vergleicht man Berthier's Analyſen von zwei Tannenaſchen mit einander, von der die eine in Norwegen, die andere in Allevard (Dep. de l'Isère) vorkommt, ſo findet man in der einen 50 p. c., in der andern nur 25 p. c. lösliche Salze, es giebt kaum in zwei ganz verſchiedenen Pflanzengattungen eine größere Verſchiedenheit in dem Gewichtsverhältniß der darin vorkommenden alkaliſchen Baſen, und dennoch ſind die Sauerſtoffmengen der Baſen zuſammen genommen einander gleich.

100 Theile Tannenholzaſche von Allevard nach Berthier (Ann. de chim. et de phys. T. XXXII. p 248.).

Kali und Natron	16,8	Sauerstoffgehalt *)	3,42
Kalk	29,5	» »	8,20
Magnesia	3,2	» »	1,20
	49,5.		12,82.

Das Kali und Natron ist in dieser Asche nur zum Theil mit Pflanzensäure verbunden, ein anderer Theil ist als schwefelsaures und phosphorsaures Salz und Chlormetall zugegen, in 100 Theilen sind davon 3,1 Schwefelsäure, 4,2 Phosphorsäure und 0,3 Chlorwasserstoffsäure, welche zusammen eine Quantität Basis neutralisiren, die 1,20 Sauerstoff enthält. Diese Zahl muß von 12,82 abgezogen werden. Man hat demnach 11,82 für die Sauerstoffmenge der an Pflanzensäuren in dem Tannenholz von Allevard gebundenen alkalischen Basen.

Das Tannenholz von Norwegen enthält in 100 Theilen:

Kali . . .	14,1	Sauerstoffgehalt	2,4
Natron .	20,7	» »	5,3
Kalk . . .	12,3	» »	3,45
Magnesia	4,35	» »	1,69
	51,45.		12,84.

Zieht man von 12,84 die Sauerstoffmengen der Basen ab, die in dieser Asche mit Schwefelsäure und Phosphorsäure vereinigt sind, nemlich 1,37, so bleiben für Sauerstoff in den Basen der pflanzensauren Salze 11,47.

Diese so merkwürdige Uebereinstimmung kann nicht zufällig sein, und wenn weitere Untersuchungen sie bei andern Pflanzengattungen bestätigen, so läßt sich ihr keine andere Erklärung unterlegen. Wir wissen nicht, in welcher Form die Kieselerde,

*) Für gleiche Atomgewichte angenommen.

das Mangan- und Eiſenoxid in der Pflanze enthalten iſt, nur darüber ſind wir gewiß, daß Kali, Natron und Bittererde durch bloßes Waſſer in der Form von pflanzenſauren Salzen aus allen Pflanzentheilen ausgezogen werden können, daſſelbe iſt der Fall mit dem Kalk, wenn er nicht als unlöslicher kleeſaurer Kalk zugegen iſt. Man muß ſich daran erinnern, daß in den Oxalisarten Kleeſäure und Kali vorkommt, und zwar nie als neutrales oder als vierfachſaures, ſondern ſtets als doppeltſaures Salz, auf welchem Boden die Pflanze auch wachſen mag; wir finden in den Weintrauben das Kali immer als Weinſtein, als ſaures Salz, nie in der Form von neutralerm. Für die Entwickelung der Früchte und Saamen, man kann ſagen, für eine Menge von Zwecken, die wir nicht kennen, muß die Gegenwart dieſer Säuren und Baſen eine gewiſſe Bedeutung haben, eben weil ſie niemals fehlen und weil die Form ihres Vorkommens keinem Wechſel unterliegt. Die Quantität der in einer Pflanze vorkommenden alkaliſchen Baſen hängt aber lediglich von dieſer Form ab, denn die Sättigungscapacität einer Säure iſt eine unveränderliche Größe, und wenn wir ſehen, daß der kleeſaure Kalk in den Flechten den fehlenden Holzkörper, die Holzfaſer, vertritt und erſetzt, ſo müſſen den löslichen pflanzenſauren Salzen eben ſo beſtimmte, wenn auch abweichende Funktionen zugeſchrieben werden.

Genaue und zuverläſſige Unterſuchungen der Aſche von Pflanzen derſelben Art, welche auf verſchiedenen Bodenarten gewachſen ſind, erſcheinen hiernach als eine für die Phyſiologie der Gewächſe höchſt folgenreiche Aufgabe, ſie werden entſcheiden, ob ſich dieſe merkwürdige Thatſache zu einem beſtimmten Geſetze für eine jede Pflanzenfamilie geſtaltet, ob alſo eine jede noch außerdem durch eine gewiſſe unveränderliche Zahl characteriſirt werden kann, welche der Ausdruck des Sauerſtoffgehalts der

Basen ist, die in der Form von pflanzensauren Salzen ihrem Organismus angehören.

Man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit voraussetzen, daß diese Forschungen zu einem wichtigen Resultate führen werden, denn es ist klar, wenn die Erzeugung von bestimmten unveränderlichen Mengen von pflanzensauren Salzen durch die Eigenthümlichkeit ihrer Organe geboten, wenn sie zu gewissen Zwecken für ihr Bestehen unentbehrlich sind, so wird die Pflanze Kali oder Kalk aufnehmen müssen, und wenn sie nicht so viel vorfindet, als sie bedarf, so wird das Fehlende durch andere alkalische Basen von gleichem Wirkungswerthe ersetzt werden; wenn ihr keine von allen sich darbietet, so wird sie nicht zur Entwickelung gelangen.

Der Saame von Salsola Kali giebt in gewöhnliche Gartenerde gesäet eine Pflanze, welche Kali und Natron enthält, der Saame der letzteren liefert eine Pflanze, worin sich bloß Kalisalze mit Spuren von Kochsalz vorfinden. (Cadet.)

Das Vorkommen von organischen Basen in der Form von pflanzensauren Salzen giebt der Meinung, daß alkalische Basen überhaupt zur Entwickelung der Pflanzen gehören, ein großes Gewicht.

Wir sehen z. B., wenn wir Kartoffeln unter Umständen wachsen lassen, wo ihnen die Erde, als das Magazin anorganischer Basen fehlt, wenn sie z. B. in unsern Kellern wachsen, daß sich in ihren Trieben, in ihren langen, dem Lichte sich zuwendenden Keimen, ein wahres Alkali von großer Giftigkeit, des Solanin erzeugt, von dem wir nicht die kleinste Spur in den Wurzeln, dem Kraut, den Blüthen oder Früchten derjenigen Kartoffeln entdecken, die im Felde gewachsen sind. (Otto.)

In allen Chinasorten findet sich Chinasäure, aber die veränderlichsten Mengen von Chinin, Cinchonin und Kalk, man

kann den Gehalt an den eigentlichen organischen Basen ziemlich genau nach der Menge von fixen Basen beurtheilen, die nach der Einäscherung zurückbleiben.

Einem Maximum der ersteren entspricht ein Minimum der andern, gerade so wie es in der That stattfinden muß, wenn sie sich gegenseitig nach ihren Aequivalenten vertreten.

Wir wissen, daß die meisten Opiumsorten Meconsäure, gebunden an die veränderlichsten Mengen von Narcotin, Morphin, Codein ꝛc. enthalten, stets vermindert sich die Quantität der einen mit dem Zunehmen der andern. Die kleinste Menge Morphin finden wir stets begleitet von einem Maximum von Narcotin.

In manchen Opiumsorten läßt sich keine Spur Meconsäure entdecken *), aber die Säure fehlt deshalb nicht, sie ist in diesem Fall durch eine anorganische Säure, durch Schwefelsäure vertreten und auch hier zeigt sich in den Sorten, wo beide vorhanden sind, daß sie zu einander stets in einem gewissen Verhältnisse stehen.

Wenn aber, wie in dem Safte des Mohns sich herauszustellen scheint, eine organische Säure in einer Pflanze vertreten sein kann durch eine anorganische, ohne daß die Entwickelung der Pflanze darunter leidet, so muß dieß in um so höherem Grade bei den anorganischen Basen stattfinden können.

Finden die Wurzeln der Pflanze, die eine Base, in hinreichender Menge vor, so wird sie um so weniger von der andern nehmen.

Im Zustande der Cultur, wo von außen her auf die Hervorbringung und Erzeugung einzelner Bestandtheile und besonderer

*) Robiquet bekam in einer Behandlung von 300 ℔ Opium keine Spur meconsauren Kalk, während andere Sorten ihm sehr beträchtliche Quantitäten davon gaben. (Ann. de chim. LIII. p. 425.)

Organe eingewirkt wird, werden dieſe Verhältniſſe minder beſtändig ſich zeigen.

Wenn wir die Erde, in welcher eine weiße blühende Hyazinthe ſteht, mit dem Safte von Phytolaca decandra begießen, ſo ſehen wir nach einer oder zwei Stunden die weißen Blüthen eine rothe Farbe annehmen, ſie färben ſich vor unſern Augen, aber im Sonnenlichte verſchwindet in zwei bis drei Tagen die Farbe wieder, ſie werden weiß und farblos, wie ſie im Anfange waren*). Offenbar iſt hier der Saft ohne die geringſte Aenderung in ſeiner chemiſchen Beſchaffenheit in alle Theile der Pflanze übergegangen, ohne durch ſeine Gegenwart der Pflanze zu ſchaden, ohne daß man behaupten kann, ſie ſei für die Exiſtenz der Pflanze nothwendig geweſen. Aber dieſer Zuſtand war nicht dauernd, und wenn die Blüthe wieder farblos geworden iſt, ſo wird keiner der Beſtandtheile des rothen Farbſtoffs mehr vorhanden ſein; nur in dem Fall, daß einer davon den Zwecken ihres Lebens dienen konnte, wird ſie dieſen allein zurückbehalten, die übrigen werden durch die Wurzel in veränderter Form abgeſchieden werden.

Ganz derſelbe Fall muß eintreten, wenn wir eine Pflanze mit Auflöſungen von Chlorkalium, Salpeter oder ſalpeterſaurem Strontian begießen, ſie werden wie der erwähnte Pflanzenſaft in die Pflanze übergehen, und wenn wir ſie zu dieſer Zeit verbrennen, ſo werden wir die Baſen in der Aſche finden, ihre Gegenwart iſt rein zufällig, es kann hieraus kein Schluß gegen die Nothwendigkeit des Vorhandenſeins der anderen Baſen gezogen werden. Wir wiſſen aus den ſchönen Verſuchen von Macaire-Princep, daß Pflanzen, die man mit ihren Wur-

*) Siehe Biot in den Comptes rendús de Séances de l'academie des Sciences a Paris 1re Semestre 1837. p. 12.

zeln in schwachen Auflösungen von essigsaurem Bleioxid und sodann in Regenwasser vegetiren ließ, daß das letztere von derselben essigsaures Bleioxid wieder empfing, daß sie also dasjenige wieder dem Boden zurückgeben, was zu ihrer Existenz nicht nothwendig ist.

Begießen wir eine Pflanze, die im Freien dem Sonnenlichte, dem Regen und der Atmosphäre ausgesetzt ist, mit einer Auflösung von salpetersaurem Strontian, so wird das anfangs aufgenommene, aber durch die Wurzeln wieder abgeführte Salz bei jeder Benetzung des Bodens durch den Regen, von den Wurzeln weiter entfernt; nach einiger Zeit wird sie keine Spur mehr davon enthalten.

Fassen wir nun den Zustand der beiden Tannen ins Auge, deren Asche von einem der schärfsten und genauesten Analytiker untersucht worden ist. Die eine wächst in Norwegen auf einem Boden, dessen Bestandtheile sich nie ändern, dem aber durch Regenwasser lösliche Salze, und darunter Kochsalz in überwiegender Menge zugeführt werden; woher kommt es nun, kann man fragen, daß seine Asche keine entdeckbare Spur Kochsalz enthält, während wir gewiß sind, daß seine Wurzeln nach jedem Regen Kochsalz aufgenommen haben.

Wir erklären uns die Abwesenheit des Kochsalzes durch directe und positive Beobachtungen, die man an andern Pflanzen gemacht hat, indem wir sie der Fähigkeit ihres Organismus zuschreiben, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu seinem Bestehen gehört.

Diese Thatsache ihrem wahren Werth nach anerkannt, müssen die alkalischen Basen, die wir in den Aschen finden, zum Bestehen der Pflanze unentbehrlich sein; denn wären sie es nicht, so wären sie nicht da.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist die völlige Ent-

wickelung einer Pflanze abhängig von der Gegenwart von Alkalien oder alkaliſchen Erden. Mit ihrer gänzlichen Abweſenheit muß ihrer Ausbildung eine beſtimmte Grenze geſetzt ſein; beim Mangel an dieſen Baſen wird ihre Ausbildung gehemmt ſein.

Vergleichen wir, um zu beſtimmten Anwendungen zu kommen, zwei Holzarten mit einander, welche ungleiche Mengen alkaliſcher Baſen enthalten, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß die eine auf manchen Bodenarten kräftig ſich entwickeln kann, auf welchem die andere nur kümmerlich vegetirt. 10,000 Theile Eichenholz geben 250 Theile Aſche, 10,000 Theile Tannenholz nur 83, dieſelbe Quantität Lindenholz giebt 500, Rocken 440 und Kartoffelkraut 1500 Theile*).

Auf Granit, auf kahlem Sandboden und Haiden wird die Tanne und Fichte noch hinreichende Mengen alkaliſcher Baſen finden, auf welchen Eichen nicht fortkommen, und Weizen wird auf einem Boden, wo Linden gedeihen, diejenigen Baſen in hinreichender Menge vorfinden, die er zu ſeiner völligen Entwickelung bedarf.

Dieſe für die Forſt- und Feldwirthſchaft im hohen Grade wichtigen Folgerungen laſſen ſich mit den evidentſten Thatſachen beweiſen.

Alle Grasarten, die Equiſetaceen z. B., enthalten eine große Menge Kieſelſäure und Kali, abgelagert in dem äußern Saum der Blätter und in dem Halm als ſaures kieſelſaures Kali; auf einem Getreidefeld ändert ſich der Gehalt an dieſem Salze nicht merklich, denn es wird ihm in der Form von Dünger, als verweſtes Stroh, wieder zugeführt.

Ganz anders ſtellt ſich dieſes Verhältniß auf einer Wieſe;

---

*) Berthier in den Ann. d. chimie et de physique T. XXX. 248.

nie findet sich auf einem kaliarmen Sand- oder reinem Kalkboden ein üppiger Graswuchs*); denn es fehlt ihm ein für die Pflanze durchaus unentbehrlicher Bestandtheil. Basalte, Grauwacke, Porphyr geben unter gleichem Verhältnisse den besten Boden zu Wiesen ab, eben weil sie reich an Kali sind. Das hinweggenommene Kali ersetzt sich wieder bei dem jährlichen Wässern; der Boden selbst ist verhältnißmäßig für den Bedarf der Pflanze unerschöpflich an diesem Körper.

Wenn wir aber, bei dem Gypsen einer Wiese, den Graswuchs steigern, so nehmen wir mit dem Heu eine größere Menge Kali hinweg, was unter gleichen Bedingungen nicht ersetzt wird. Hiervon kommt es, daß nach Verlauf von einigen Jahren der Graswuchs auf vielen gegypsten Wiesen abnimmt; er nimmt ab, weil es an Kali fehlt.

Werden die Wiesen hingegen von Zeit zu Zeit mit Asche, selbst mit ausgelaugter Seifensiederasche überfahren, so kehrt der üppige Graswuchs zurück. Mit dieser Asche haben wir aber der Wiese nichts weiter als das fehlende Kali zugeführt.

In der Lüneburger Haide gewinnt man dem Boden von je dreißig zu dreißig oder vierzig Jahren eine Ernte an Getreide ab, indem man die darauf wachsenden Haiden (Erica vulgaris) verbrennt, und ihre Asche in dem Boden vertheilt. Diese Pflanze sammelte in dieser langen Zeit das durch den Regen zugeführte Kali und Natron; beide sind es, welche in der Asche dem Hafer, der Gerste oder dem Rocken, die sie nicht entbehren können, die Entwickelung gestatteten.

---

*) Es wäre von Wichtigkeit, die Asche von Strandgewächsen, welche in den muldenförmigen feuchten Vertiefungen der Dünen wachsen, namentlich die der Sandgräser, auf einen Alkaligehalt zu prüfen. (Hartig) Wenn das Kali darin fehlt, so ist es sicher durch Natron wie bei den Salsolaarten, oder durch Kalk wie bei den Plumbagineen, ersetzt.

In der Nähe von Heidelberg haben die Holzſchläger die Vergünſtigung, nach dem Schlagen von Lohholz den Boden zu ihrem Nutzen bebauen zu dürfen. Dem Einſäen des Landes geht unter allen Umſtänden das Verbrennen der Zweige, Wurzeln und Blätter voran, deren Aſche dem darauf gepflanzten Getreide zu Gute kommt. Der Boden ſelbſt, auf welchem die Eichen wachſen, iſt in dieſer Gegend Sandſtein, und wenn auch der Baum hinreichende Mengen von Alkalien und alkaliſchen Erden für ſein eigenes Beſtehen in dem Boden vorfindet, ſo iſt er dennoch unfruchtbar für Getreide in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande.

Man hat in Bingen den entſchiedenſten Erfolg in Beziehung auf Entwickelung und Fruchtbarkeit des Weinſtocks bei Anwendung des kräftigſten Düngers, von Hornſpänen z. B., geſehen, aber der Ertrag, die Holz- und Blattbildung nahm nach einigen Jahren zum großen Nachtheil des Beſitzers in einem ſo hohen Grade ab, daß er ſtets zu bereuen Urſache hatte, von der dort gebräuchlichen und als die beſte anerkannte Düngungsmethode abgegangen zu ſein. Der Weinſtock wurde bei ſeiner Art zu düngen in ſeiner Entwickelung übertrieben, in zwei oder drei Jahren wurde alles Kali, was den künftigen Ertrag geſichert hatte, zur Bildung der Frucht, der Blätter, des Holzes verwendet, die ohne Erſatz den Weinbergen genommen wurden, denn ſein Dünger enthält kein Kali.

Man hat am Rhein Weinberge, deren Stöcke über ein Jahrhundert alt ſind, und dieſes Alter erreichen ſie nur bei Anwendung des ſtickſtoffärmſten aber kalireichſten Kuhdüngers. Alles Kali, was die Nahrung der Kuh enthält, geht, wie man weiß, in die Excremente über.

Eins der merkwürdigſten Beiſpiele von der Unfähigkeit eines Bodens, Weizen und überhaupt Grasarten zu erzeugen, wenn

in ihm eine der Bedingungen ihres Wachsthums fehlt, bietet das Verfahren eines Gutsbesitzers in der Nähe von Göttingen dar. Er bepflanzte sein ganzes Land zum Behufe der Pottaschserzeugung mit Wermuth, dessen Asche bekanntlich sehr reich an kohlensaurem Kali ist. Eine Folge davon war die gänzliche Unfruchtbarkeit seiner Felder für Getreidebau; sie waren auf Jahrzehnte hinaus völlig ihres Kalis beraubt.

Die Blätter und kleinen Zweige der Bäume enthalten die meiste Asche und das meiste Alkali; was durch sie bei dem Laub- und Streusammeln den Wäldern genommen wird, ist bei weitem mehr, als was das Holz enthält, welches jährlich geschlagen wird. Die Eichenrinde, das Eichenlaub enthält z. B. 6 p. c. bis 9 p. c, die Tannen- und Fichtennadeln über 8 p. c.

Mit 2650 ℔ Tannenholz, die wir einem Morgen Wald jährlich nehmen, wird im Ganzen dem Boden, bei 0,83 p. c. Asche, nur 0,114 bis 0,53 ℔ an Alkalien entzogen, aber das Moos, was den Boden bedeckt, dessen Asche reich an Alkali ist, hält in ununterbrochen fortdauernder Entwickelung das Kali an der Oberfläche des so leicht von dem Wasser durchdringbaren Sandbodens zurück, und bietet in seiner Verwesung den aufgespeicherten Vorrath den Wurzeln dar, die das Alkali aufnehmen, ohne es wieder zurückzugeben.

Von einer Erzeugung von Alkalien, Metalloriden und anorganischen Stoffen überhaupt kann nach diesen so wohl bekannten Thatsachen keine Rede sein.

Man findet es bewundernswürdig, daß die Grasarten, deren Saamen zur Nahrung dienen, dem Menschen wie ein Hausthier folgen. Sie folgen dem Menschen, durch ähnliche Ursachen gezwungen, wie die Salzpflanzen dem Meeresstrande und Salinen, die Chenopodien den Schutthaufen ꝛc., so wie die Mistkäfer auf die Excremente der Thiere

angewiesen sind, so bedürfen die Salzpflanzen des Kochsalzes, die Schuttpflanzen des Ammoniaks und salpetersaurer Salze. Keine von unseren Getreidepflanzen kann aber ausgebildete Saamen tragen, Saamen, welche Mehl geben, ohne eine reichliche Menge von phosphorsaurer Bittererde, ohne Ammoniak zu ihrer Ausbildung vorzufinden. Diese Saamen entwickeln sich nur in einem Boden, wo diese drei Bestandtheile sich vereinigt befinden, und kein Boden ist reicher daran als Orte, wo Menschen und Thiere familienartig zusammenwohnen; sie folgen dem Urin, den Excrementen derselben, weil sie ohne deren Bestandtheile nicht zum Saamentragen kommen.

Wenn wir Salzpflanzen mehrere hundert Meilen von dem Strande des Meeres entfernt in der Nähe unserer Salinen finden, so wissen wir, daß sie auf dem natürlichsten Wege dahin gelangen, Saamen von Pflanzen werden durch Winde und Vögel über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet, aber sie entwickeln sich nur da, wo sich die Bedingungen ihres Lebens vorfinden.

In den Soolenkasten der Gradirgebäude auf der Saline Salzhausen bei Nidda finden sich zahlreiche Schaaren kleiner nicht über zwei Zoll langer Stachelfische. (Gasterosteus aculeatus.) In den Soolenkasten der 6 Stunden davon entfernten Saline Neuheim trifft man kein lebendes Wesen an, aber die letztere ist überreich an Kohlensäure und Kalk, ihre Gradirwände sind bedeckt mit Stalaktiten, in dem einen Wasser sind die durch Vögel hingebrachten Eier zur Entwickelung gekommen, in dem andern nicht *).

*) »Die Krätzmilben werden von Burdach als Erzeugnisse eines krankhaften Zustandes angesehen, ebenso die Läuse bei Kindern, die Erzeugung von Miesmuscheln in einem Fischteiche, von Salzpflanzen in der Nähe von Salinen, von Nesselit und Gräsern, von Fischen in den Re-

Wieviel wunderbarer und unerklärlicher erscheint die Eigenschaft feuerbeständiger Körper unter gewissen Bedingungen sich zu verflüchtigen, bei gewöhnlicher Temperatur in einen Zustand überzugehen, von dem wir nicht zu sagen vermögen, ob sie zu Gas geworden oder durch ein Gas in Auflösung übergegangen sind. Der Wasserdampf, die Vergasung überhaupt, ist bei diesen Körpern die sonderbarste Ursache der Verflüchtigung, ein in Gas übergehender, ein verdampfender flüssiger Körper ertheilt allen Materien, welche darin gelöst sind, in höherem oder geringerem Grade die Fähigkeit den nemlichen Zustand anzunehmen, eine Eigenschaft, die sie für sich nicht besitzen.

Die Borsäure gehört zu den feuerbeständigsten Materien, auch in der stärksten Weißglühhitze erleidet sie keine durch die feinsten Wagen bemerkbare Gewichtsveränderung, sie ist nicht flüchtig, aber ihre Auflösungen im Wasser können auch bei der gelindesten Erwärmung nicht verdampft werden, ohne daß den Wasserdämpfen nicht eine bemerkbare Menge Borsäure folgt. Diese Eigenschaft ist der Grund, warum wir bei allen Ana-

---

genwassertümpeln, Forellen in Gebirgsgewässern ꝛc. ist nach demselben Naturforscher nicht unmöglich.« Man bedenke, daß einem Boden, der aus verwitterten Felsarten, faulenden Vegetabilien, Regenwasser, Salzwasser ꝛc. besteht, die Fähigkeit zugeschrieben wird, Muscheln, Forellen, Salicornien ꝛc. zu erzeugen. Wie alle Forschungen vernichtend sind Meinungen dieser Art, von einem Lehrer ausgehend, der sich eines verdienten Beifalls erfreut, der sich durch gediegene Arbeiten Zutrauen und Anerkennung verschafft hat. Alles dieß sind doch zuletzt nur Gegenstände der oberflächlichsten Beobachtung gewesen, die sich zum Gegenstand gründlicher Untersuchung wohl eignen, allein das Geheimnißvolle, Dunkle, Mystische, das Räthselhafte, es ist zu verführerisch für den jugendlichen, für den philosophischen Geist, welcher die tiefsten Tiefen der Natur durchdringt, ohne wie der Bergmann eines Schachtes und Leitern zu bedürfen. Dies ist Poesie, aber keine nüchterne Naturforschung.

lysen Borsäure haltiger Mineralien, wo Flüssigkeiten, welche Borsäure enthalten, verdampft werden müssen, einen Verlust erleiden; die Quantität Borsäure, welche einem Cubicfuß siedend heißen Wasserdampfs folgt, ist durch die feinsten Reagentien nicht entdeckbar, und dennoch, so außerordentlich klein sie auch erscheinen mag, stammen die vielen tausend Centner Borsäure, welche von Italien aus in den Handel gebracht werden, von der ununterbrochenen Anhäufung dieser dem Anschein nach verschwindenden Menge her. Man läßt in den Lagunen von Castel nuovo, Cherchiago ꝛc. die aus dem Innern der Erde strömenden siedend heißen Dämpfe durch Wasser streichen, was nach und nach daran immer reicher wird, so daß man zuletzt durch Verdunsten crystallisirte Borsäure daraus erhält. Der Temperatur dieser Wasserdämpfe nach, kommen sie aus Tiefen, wo menschliche Wesen, wo Thiere nie gelebt haben können; wie bemerkenswerth und bedeutungsvoll erscheint in dieser Beziehung der nie fehlende Ammoniakgehalt dieser Dämpfe. In den großen Fabriken zu Liverpool, wo die natürliche Borsäure zu Borax verarbeitet wird, gewinnt man daraus als Nebenproduct viele hundert Pfunde schwefelsaures Ammoniak.

Dieses Ammoniak stammt nicht von thierischen Organismen, es war vorhanden vor allen lebenden Generationen, es ist ein Theil, ein Bestandtheil des Erdkörpers.

Die von der Direction des poudres et salpêtres unter Lavoisier angestellten Versuche haben bewiesen, daß bei dem Verdampfen von Salpeterlaugen, die darinn gelöſten Salze sich mit dem Wasser verflüchtigen und einen Verlust herbeiführen, über den man sich vorher keine Rechenschaft geben konnte. Ebenso bekannt ist, daß bei Stürmen von dem Meere nach dem Binnenlande hin, in der Richtung des Sturmes, sich die

Blätter der Pflanzen mit Salzkrystallen selbst auf 20—30 engl. Meilen hin, bedecken, aber es bedarf der Stürme nicht, um diese Salze zum Verflüchtigen zu bringen, die über dem Meere schwebende Luft trübt jederzeit die salpetersaure Silberlösung, jeder, auch der schwächste Luftzug entführt mit den Milliarden Centnern Seewasser, welche jährlich verdampfen, eine entsprechende Menge der darinn gelösten Salze und führt Kochsalz, Chlorkalium, Bittererde und die übrigen Bestandtheile dem festen Lande zu.

Diese Verflüchtigung ist die Quelle eines beträchtlichen Verlustes in der Salzgewinnung aus schwachen Soolen. Auf der Saline Naueim ist diese Erscheinung durch den dortigen Director, Herrn Wilhelmi, einen sehr unterrichteten und kenntnißreichen Mann, zur Evidenz nachgewiesen worden; eine Glasplatte auf einer hohen Stange zwischen zwei Gradirgebäuden befestigt, die von einander etwa 1200 Schritte entfernt standen, fand sich des Morgens nach dem Auftrocknen des Thaus auf der einen oder andern Seite nach der Richtung des Windes stets mit Salzkrystallen bedeckt.

Das in steter Verdampfung begriffene Meer *) verbreitet über die ganze Oberfläche der Erde hin, in dem Regenwasser, alle zum Bestehen einer Vegetation unentbehrlichen Salze, wir finden sie selbst da in ihrer Asche wieder, wo der Boden keine Bestandtheile liefern konnte.

In der Betrachtung umfassender Naturerscheinungen haben wir keinen Maaßstab mehr für das, was wir gewohnt sind,

*) Das Seewasser enthält nach Marcet in 1000 Theilen:

26,660 Kochsalz.
4,660 schwefelsaures Natron.
1,232 Chlorkalium.
5,152 Chlormagnesia.
1,5 schwefelsauren Kalk.

Organe eingewirkt wird, werden dieſe Verhältniſſe minder beſtändig ſich zeigen.

Wenn wir die Erde, in welcher eine weiße blühende Hyazinthe ſteht, mit dem Safte von Phytolaca decandra begießen, ſo ſehen wir nach einer oder zwei Stunden die weißen Blüthen eine rothe Farbe annehmen, ſie färben ſich vor unſern Augen, aber im Sonnenlichte verſchwindet in zwei bis drei Tagen die Farbe wieder, ſie werden weiß und farblos, wie ſie im Anfange waren*). Offenbar iſt hier der Saft ohne die geringſte Aenderung in ſeiner chemiſchen Beſchaffenheit in alle Theile der Pflanze übergegangen, ohne durch ſeine Gegenwart der Pflanze zu ſchaden, ohne daß man behaupten kann, ſie ſei für die Exiſtenz der Pflanze nothwendig geweſen. Aber dieſer Zuſtand war nicht dauernd, und wenn die Blüthe wieder farblos geworden iſt, ſo wird keiner der Beſtandtheile des rothen Farbſtoffs mehr vorhanden ſein; nur in dem Fall, daß einer davon den Zwecken ihres Lebens dienen konnte, wird ſie dieſen allein zurückbehalten, die übrigen werden durch die Wurzel in veränderter Form abgeſchieden werden.

Ganz derſelbe Fall muß eintreten, wenn wir eine Pflanze mit Auflöſungen von Chlorkalium, Salpeter oder ſalpeterſaurem Strontian begießen, ſie werden wie der erwähnte Pflanzenſaft in die Pflanze übergehen, und wenn wir ſie zu dieſer Zeit verbrennen, ſo werden wir die Baſen in der Aſche finden, ihre Gegenwart iſt rein zufällig, es kann hieraus kein Schluß gegen die Nothwendigkeit des Vorhandenſeins der anderen Baſen gezogen werden. Wir wiſſen aus den ſchönen Verſuchen von Macaire-Princep, daß Pflanzen, die man mit ihren Wur-

*) Siehe Biot in den Comptes rendús de Séances de l'academie des Sciences a Paris 1re Semestre 1837. p. 12.

zeln in schwachen Auflösungen von essigsaurem Bleioxid und sodann in Regenwasser vegetiren ließ, daß das letztere von derselben essigsaures Bleioxid wieder empfing, daß sie also dasjenige wieder dem Boden zurückgeben, was zu ihrer Existenz nicht nothwendig ist.

Begießen wir eine Pflanze, die im Freien dem Sonnenlichte, dem Regen und der Atmosphäre ausgesetzt ist, mit einer Auflösung von salpetersaurem Strontian, so wird das anfangs aufgenommene, aber durch die Wurzeln wieder abgeführte Salz bei jeder Benetzung des Bodens durch den Regen, von den Wurzeln weiter entfernt; nach einiger Zeit wird sie keine Spur mehr davon enthalten.

Fassen wir nun den Zustand der beiden Tannen ins Auge, deren Asche von einem der schärfsten und genauesten Analytiker untersucht worden ist. Die eine wächst in Norwegen auf einem Boden, dessen Bestandtheile sich nie ändern, dem aber durch Regenwasser lösliche Salze, und darunter Kochsalz in überwiegender Menge zugeführt werden; woher kommt es nun, kann man fragen, daß seine Asche keine entdeckbare Spur Kochsalz enthält, während wir gewiß sind, daß seine Wurzeln nach jedem Regen Kochsalz aufgenommen haben.

Wir erklären uns die Abwesenheit des Kochsalzes durch directe und positive Beobachtungen, die man an andern Pflanzen gemacht hat, indem wir sie der Fähigkeit ihres Organismus zuschreiben, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu seinem Bestehen gehört.

Diese Thatsache ihrem wahren Werth nach anerkannt, müssen die alkalischen Basen, die wir in den Aschen finden, zum Bestehen der Pflanze unentbehrlich sein; denn wären sie es nicht, so wären sie nicht da.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist die völlige Ent-

der That, in der Form von Humussäure vorhanden wäre.

Verwesende Vegetabilien, Wasser und Kalk in Auflösung sind vorhanden, allein die gebildeten Stalaktiten enthalten keine Spur einer vegetabilischen Materie, sie enthalten keine Humus-Säure, sie sind glänzend weiß, oder gelblich, zum Theil durchsichtig wie Kalkspath und lassen sich zum Glühen erhitzen ohne Schwärzung.

In den alten Burgen in der Nähe des Rheins, der Bergstraße und der Wetterau bieten unterirdische Gewölbe, aus Sandstein, Granit und Basalt aufgeführt, eine ähnliche Erscheinung wie die Kalkhöhlen dar.

Diese Gewölbe oder Keller sind bedeckt mit einer mehrere Fuß dicken Lage von Dammerde, in der sich verwesende Vegetabilien befinden. Das Regenwasser, was auf diese Gewölbe fällt, nimmt die gebildete Kohlensäure auf, sickert durch die Erde hindurch, löst durch seinen Kohlensäuregehalt den Kalkmörtel auf; diese Auflösung verdunstet auf der Innenseite der Gewölbe wieder und überzieht sie mit kleinen und dünnen humussäurefreien Stalaktiten.

Es sind dieß aber durch die Natur gebaute Filtrirapparate, in denen wir das Resultat eines, Jahrhunderte oder Jahrtausende fortgesetzten Versuches vor Augen haben.

Wenn das Wasser die Fähigkeit besäße, auch nur ein Hunderttausendtheil seines Gewichtes an Humussäure oder humussauren Kalk aufzulösen, so würden wir beim Vorhandensein von Humussäure die Decke dieser Gewölbe und Höhlen damit überzogen finden, allein man ist nicht im Stande, auch nur die kleinste Spur davon wahrzunehmen. Es giebt kaum schärfere und überzeugendere Beweise für die Abwesenheit der Humussäure der Chemiker in der Ackererde und Dammerde.

Die gewöhnliche Vorstellung, welche man sich über die

Wirkungsweise der Humussäure geschaffen hatte, gab Veranlassung zu einer durchaus unerklärbaren Erscheinung.

Eine sehr kleine Quantität davon im Wasser gelöst färbt dasselbe gelb oder braun. Man sollte nun denken, daß ein Boden um so fruchtbarer sein müsse, je mehr Fähigkeit er besitzt, Wasser braun zu färben, d. h. Humussäure an dasselbe abzugeben.

Sonderbarer Weise gedeiht aber in einem solchen Boden keine Pflanze und aller Dünger muß, wenn er einen wohlthätigen Einfluß auf die Vegetation äußern soll, diese Eigenschaft verloren haben. Das Wasser auf unfruchtbarem Torfboden, auf sumpfigen Wiesen, auf denen nur wenige Vegetabilien gedeihen, ist reich an dieser Humussäure und alle Landwirthe und Gärtner kommen darin überein, daß sie nur den sogenannten humificirten Dünger für nützlich und gedeihlich für die Pflanzen halten. Dieß ist nun grade derjenige, der die Eigenschaft, das Wasser zu färben, gänzlich verloren hat.

Diese im Wasser mit brauner Farbe lösliche Materie ist ein Produkt der Fäulniß aller Thier- und Pflanzenstoffe, ihr Vorhandensein ist ein Zeichen, daß es an Sauerstoff fehlt, um die Verwesung zu beginnen oder zu vollenden. An der Luft entfärben sich diese braunen Auflösungen, unter Aufnahme von Sauerstoff schlägt sich ein schwarzer kohlenähnlicher Körper, die sogenannte Humuskohle nieder.

Denken wir uns einen Boden durchdrungen von dieser Substanz, so muß er auf die Wurzeln einer Pflanze gerade so wirken, als wenn er gänzlich alles Sauerstoffs unaufhörlich beraubt würde; eine Pflanze wird eben so wenig darin wachsen können, als in einer Erde, die man mit Eisenoxidulhydrat mischt.

In einem Boden, in einem Wasser, welches keinen Sauer-

angewiesen sind, so bedürfen die Salzpflanzen des Kochsalzes, die Schuttpflanzen des Ammoniaks und salpetersaurer Salze. Keine von unseren Getreidepflanzen kann aber ausgebildete Saamen tragen, Saamen, welche Mehl geben, ohne eine reichliche Menge von phosphorsaurer Bittererde, ohne Ammoniak zu ihrer Ausbildung vorzufinden. Diese Saamen entwickeln sich nur in einem Boden, wo diese drei Bestandtheile sich vereinigt befinden, und kein Boden ist reicher daran als Orte, wo Menschen und Thiere familienartig zusammenwohnen; sie folgen dem Urin, den Excrementen derselben, weil sie ohne deren Bestandtheile nicht zum Saamentragen kommen.

Wenn wir Salzpflanzen mehrere hundert Meilen von dem Strande des Meeres entfernt in der Nähe unserer Salinen finden, so wissen wir, daß sie auf dem natürlichsten Wege dahin gelangen, Saamen von Pflanzen werden durch Winde und Vögel über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet, aber sie entwickeln sich nur da, wo sich die Bedingungen ihres Lebens vorfinden.

In den Soolenkasten der Gradirgebäude auf der Saline Salzhausen bei Nidda finden sich zahlreiche Schaaren kleiner nicht über zwei Zoll langer Stachelfische. (Gasterosteus aculeatus.) In den Soolenkasten der 6 Stunden davon entfernten Saline Neuheim trifft man kein lebendes Wesen an, aber die letztere ist überreich an Kohlensäure und Kalk, ihre Gradirwände sind bedeckt mit Stalaktiten, in dem einen Wasser sind die durch Vögel hingebrachten Eier zur Entwickelung gekommen, in dem andern nicht *).

*) »Die Krätzmilben werden von Burdach als Erzeugnisse eines krankhaften Zustandes angesehen, ebenso die Läuse bei Kindern, die Erzeugung von Miesmuscheln in einem Fischteiche, von Salzpflanzen in der Nähe von Salinen, von Nesseln und Gräsern, von Fischen in den Re-

Wieviel wunderbarer und unerklärlicher erscheint die Eigenschaft feuerbeständiger Körper unter gewissen Bedingungen sich zu verflüchtigen, bei gewöhnlicher Temperatur in einen Zustand überzugehen, von dem wir nicht zu sagen vermögen, ob sie zu Gas geworden oder durch ein Gas in Auflösung übergegangen sind. Der Wasserdampf, die Vergasung überhaupt, ist bei diesen Körpern die sonderbarste Ursache der Verflüchtigung, ein in Gas übergehender, ein verdampfender flüssiger Körper ertheilt allen Materien, welche darin gelöst sind, in höherem oder geringerem Grade die Fähigkeit den nemlichen Zustand anzunehmen, eine Eigenschaft, die sie für sich nicht besitzen.

Die Borsäure gehört zu den feuerbeständigsten Materien, auch in der stärksten Weißglühhitze erleidet sie keine durch die feinsten Wagen bemerkbare Gewichtsveränderung, sie ist nicht flüchtig, aber ihre Auflösungen im Wasser können auch bei der gelindesten Erwärmung nicht verdampft werden, ohne daß den Wasserdämpfen nicht eine bemerkbare Menge Borsäure folgt. Diese Eigenschaft ist der Grund, warum wir bei allen Ana-

---

genwassertümpeln, Forellen in Gebirgsgewässern ꝛc. ist nach demselben Naturforscher nicht unmöglich.« Man bedenke, daß einem Boden, der aus verwitterten Felsarten, faulenden Vegetabilien, Regenwasser, Salzwasser ꝛc. besteht, die Fähigkeit zugeschrieben wird, Muscheln, Forellen, Salicornien ꝛc. zu erzeugen. Wie alle Forschungen vernichtend sind Meinungen dieser Art, von einem Lehrer ausgehend, der sich eines verdienten Beifalls erfreut, der sich durch gediegene Arbeiten Zutrauen und Anerkennung verschafft hat. Alles dieß sind doch zuletzt nur Gegenstände der oberflächlichsten Beobachtung gewesen, die sich zum Gegenstand gründlicher Untersuchung wohl eignen, allein das Geheimnißvolle, Dunkle, Mystische, das Räthselhafte, es ist zu verführerisch für den jugendlichen, für den philosophischen Geist, welcher die tiefsten Tiefen der Natur durchdringt, ohne wie der Bergmann eines Schachtes und Leitern zu bedürfen. Dies ist Poesie, aber keine nüchterne Naturforschung.

es ist evident, das Amylon ist zur Ausbildung der Wurzeln und Blätter verzehrt worden. In diesen Versuchen hat Herr Forstmeister Heyer die interessante Beobachtung gemacht, daß diese Zweige in (ammoniakhaltigem) Schneewasser vegetirend, drei- bis viermal längere Wurzeln treiben als in reinem destillirten Wasser, das Regenwasser wird nach und nach trübe und nimmt eine gelbbräunliche Farbe an, das destillirte Wasser bleibt klar.

Bei dem Blühen des Zuckerrohrs verschwindet ebenfalls ein Theil des gebildeten Zuckers; und bei den Runkelrüben hat man die bestimmte Erfahrung gemacht, daß er sich in der Wurzel erst mit Vollendung der Blattbildung anhäuft.

Diese so wohlbegründeten Beobachtungen entfernen jeden Zweifel über den Antheil, den Zucker, Stärke und Gummi an dem Entwickelungsprocesse der Pflanzen nehmen; es hört auf räthselhaft zu sein, woher es kommt, daß diese drei Materien der entwickelten Pflanze zugeführt, keinen Antheil an ihrem Wachsthum, an ihrem Ernährungsprocesse nehmen.

Man hat — aber gewiß mit Unrecht — die gegen den Herbst hin, sich in den Pflanzen anhäufenden Vorräthe von Stärke, mit dem Fett der dem Winterschlaf unterworfenen Thiere verglichen; allein bei diesen sind alle Lebensfunctionen bis auf den Respirationsproceß in einem Zustande der Ruhe; sie bedürfen, wie eine sehr langsam brennende Oellampe, nur eine an kohlen- und wasserstoffreiche Materie, um den Verbrennungsproceß in der Lunge zu unterhalten. Mit dem Erwachen aus dem Winterschlaf ist alles Fett verschwunden, es hat nicht zur Ernährung gedient, kein Theil ihres Körpers hat durch das Fett an Masse zugenommen, die Qualität von keinem davon hat eine bemerkbare Veränderung erlitten. Das Fett hatte mit der eigentlichen Ernährung nicht das Geringste zu thun.

Die einjährige Pflanze erzeugt und sammelt die Nahrung der künftigen, auf gleiche Weise wie die perennirende; sie speichert sie im Saamen in der Form von vegetabilischem Eiweiß von Stärkemehl und Gummi auf, sie wird beim Keimen zur Ausbildung der ersten Wurzelfasern und Blätter verwendet, mit dem Vorhandensein dieser Organe fängt die Zunahme an Masse, die eigentliche Ernährung, erst an.

Jeder Keim, jede Knospe einer perennirenden Pflanze ist der aufgepfropfte Embryo eines neuen Individuums, die im Stamme, in der Wurzel aufgespeicherte Nahrung: sie entspricht dem Albumen des Saamens.

Nahrungsstoffe in ihrer eigentlichen Bedeutung sind offenbar nur solche Materien, welche von außen zugeführt, das Leben und alle Lebensfunctionen eines Organismus zu erhalten vermögen, insofern sie von den Organen zur Hervorbringung der ihnen eigenthümlichen Bestandtheile verwendet werden können.

Bei den Thieren entspringt aus dem Blute die Substanz ihrer Muskeln und Nerven, es unterhält durch einen seiner Bestandtheile den Athmungsproceß, durch andere wieder besondere Lebensprocesse, ein jeder Theil des Körpers empfängt Nahrung durch das Blut, allein die Bluterzeugung ist eine Lebensfunktion für sich, ohne welche das Leben nicht gedacht werden kann; setzen wir die Organe der Bluterzeugung außer Thätigkeit, führen wir in die Adern eines Thieres Blut von Außen zu, so erfolgt der Tod, wenn seine Quantität eine gewisse Grenze überschreitet.

Wenn wir einem Baume Holzfaser im aufgelöst'ten Zustande zuführen könnten, so würde der nemliche Fall eintreten, wie wenn wir eine Kartoffelpflanze in Stärkekleister vegetiren ließen.

Die Blätter sind vorhanden, um Stärke, Holzfaser und

Zucker zu erzeugen, führen wir Stärke, Holzfaser und Zucker durch die Wurzeln zu, so wird offenbar die Lebensfunktion der Blätter gestört; kann der Assimilationsproceß nicht eine andere Form annehmen, so muß die Pflanze sterben.

Neben der Stärke, dem Zucker und Gummi müssen in einer Pflanze aber noch andere Materien vorhanden sein, wenn sie überhaupt an der Entwickelung des Keims, der ersten Wurzelfasern und Blätter Antheil nehmen sollen.

Ein Weizenkorn enthält in seiner eigenen Masse unzweifelhaft die Bestandtheile des Keims und der ersten Wurzelfasern, und — wir müssen voraussetzen — genau in dem Verhältniß als zu ihrer Entwickelung nöthig ist.

Wenn wir diese Bestandtheile mit Stärke und Kleber bezeichnen, so ist klar, daß keiner davon allein, sondern beide zugleich an der Keim- und Wurzelbildung Antheil nehmen, denn bei Gegenwart von Luft, Feuchtigkeit und einer angemessenen Temperatur erleiden sie beide eine Metamorphose.

Die Stärke verwandelt sich in Zucker, der Kleber nimmt ebenfalls eine neue Form an, beide erhalten die Fähigkeit, sich zu lösen, d. h. einer jeden Bewegung zu folgen.

Beide werden zur Bildung der Wurzelfasern und ersten Blätter völlig aufgezehrt, ein Ueberschuß von dem einen würde ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von dem andern zur Blattbildung, oder überhaupt nicht verwendet werden können.

Man schreibt bekanntlich die Verwandlung der Stärke in Zucker bei dem Keimen der Getreidekörner einer eigenthümlichen Materie, der Diastase, zu, die sich durch den Act der beginnenden Vegetation erzeugt; aber durch Kleber allein kann ihre Wirkungsweise, obwohl erst in längerer Zeit, ersetzt werden; jedenfalls enthält der gekeimte Saamen bei weitem mehr

davon, als zur Umwandlung der Stärke in Zucker nöthig war, denn man kann mit einem Theile gekeimter Gerste, ein 5mal größeres Gewicht Stärke noch in Zucker überführen.

Gewiß wird man diesen Ueberschuß von Diastase nicht für zufällig ansehen können, eben weil sie selbst neben der Stärke Antheil an der Bildung der ersten Organe nimmt, sie verschwindet mit dem Zucker.

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die Nahrungsstoffe der Pflanzen; Stärke, Zucker oder Gummi dienen, wenn sie begleitet sind von einer stickstoffhaltigen Substanz, dem Embryo zur ersten Entfaltung seiner Ernährungsorgane.

Die Ernährung des Fötus, die Entwickelung des Eies geschieht in anderer Weise, als die des Thieres, was seine Mutter verlassen hat, der Abschluß der Luft, der das Leben des Fötus nicht gefährdet, würde den Tod des Thieres bewirken, so ist denn auch reines Wasser für das Gedeihen der jungen Pflanze zuträglicher, als wie ein an Kohlensäure reiches; aber nach einem Monat ist das Verhältniß umgekehrt. (Saussure.)

Die Bildung des Zuckers in den Ahornarten geht nicht in den Wurzeln, sondern in dem Holzkörper vor sich. Der Zuckergehalt des Saftes nimmt zu, wenn er bis zu einer gewissen Höhe in dem Stamme steigt, über diesem Punkt hinaus bleibt er unverändert.

Aehnlich wie in der keimenden Gerste eine Materie gebildet wird, durch deren Berührung mit Amylon das letztere seine Unauflöslichkeit verliert und in Zucker übergeht, so muß in den Wurzeln des Ahorns mit dem Beginn einer neuen Vegetation eine Substanz erzeugt werden, die im Wasser gelöst, in ihrem Wege durch den Holzkörper die Verwandlung der dort abgelagerten Stärke, oder was es sonst noch sein mag, in Zucker bewirkt; es ist sicher, daß wenn ein Loch oberhalb der Wurzeln

Die Cultur.

In dem Vorhergehenden ſind die Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien betrachtet worden. Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer liefern die Elemente aller Organe: Salze, Metalloxide, gewiſſe anorganiſche Materien, dienen zu beſonderen Verrichtungen in dem Organismus der Pflanze, manche davon müſſen als Beſtandtheile einzelner Pflanzentheile angeſehen werden.

Die atmoſphäriſche Luft und der Boden bieten den Blättern und Wurzeln einerlei Nahrungsmittel dar.

Die erſtere enthält eine verhältnißmäßig unerſchöpfliche Menge Kohlenſäure und Ammoniak, in dem Boden haben wir in dem Humus eine ſich ſtets erneuernde Quelle von Kohlenſäure, den Winter hindurch häuft ſich in dem Regen- und Schneewaſſer, womit er durchdrungen wird, eine für die Entwickelung der Blüthen und Blätter ausreichende Menge Ammoniak.

Die völlige, ja man kann ſagen, die abſolute Unlöslichkeit in kaltem Waſſer der in Verweſung begriffenen Pflanzentheile erſcheint bei näherer Betrachtung als eine nicht minder weiſe Natureinrichtung.

Wenn der Humus auch noch einen geringeren Grad von Löslichkeit beſäße, als man der ſogenannten Humusſäure zuſchreibt, ſo würde er der auflöſenden Kraft des Regenwaſſers nicht widerſtehen können. Bei mehrwöchentlichem Wäſſern der Wieſen müßte ein großer Theil davon aus dem Boden entführt wer-

den, heftige und anhaltende Regen müßten den Boden daran ärmer machen. Er löſt ſich aber nur auf, inſofern er ſich mit dem Sauerſtoff verbindet und in der Form von Kohlenſäure wird er vom Waſſer aufgenommen.

Bei Abweſenheit aller Feuchtigkeit erhält ſich der Humus Jahrhunderte lang, mit Waſſer benetzt, verwandelt er den umgebenden Sauerſtoff in Kohlenſäure; von dieſem Augenblicke an verändert er ſich ebenfalls nicht mehr, denn die Wirkung der Luft hört auf, ſobald ſie ihres Sauerſtoffs beraubt iſt. Nur wenn Pflanzen in dieſem Boden wachſen, deren Wurzeln die gebildete Kohlenſäure hinwegnehmen, ſchreitet die Verweſung fort, aber durch lebende Pflanzen empfängt der Boden wieder, was er verloren hat, er wird nicht ärmer an Humus.

Die Tropfſteinhöhlen in Franken, in der Umgebung von Beireuth, Streitberg, ſind mit fruchtbarer Ackererde bedeckt; der Boden über dieſen Höhlen iſt mit verweſenden Vegetabilien, mit Humus angefüllt, der bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft unausgeſetzt Kohlenſäure entwickelt, die ſich im Regenwaſſer löſet.

Das mit Kohlenſäure angeſchwängerte Regenwaſſer ſickert durch den poröſen Kalkſtein hindurch, der die Seitenwände und Decke der Höhlen bildet, und löſt bei dieſem Durchgang eine der Kohlenſäure entſprechende Menge von kohlenſauerm Kalk auf.

In dem Innern der Höhle angekommen dunſtet von dieſer Auflöſung das Waſſer und die überſchüſſige Kohlenſäure ab, und der Kalkſtein, indem er ſich abſcheidet, überzieht Wände und Decke mit Kryſtallkruſten von den mannigfaltigſten Formen.

An wenigen Orten der Erde vereinigen ſich aber in gleichem Grade wie an dieſen alle Bedingungen zur Erzeugung von humusſauerm Kalk, wenn der Humus in dem Boden in

einem gehörigen Verhältniß Kleber oder Fleisch läßt sich keine Spur davon entdecken, sie sind in diesem Falle assimilirbar geworden. Kartoffeln, welche neben Heufütterung die Kräfte eines Pferdes kaum zu erhalten vermögen, geben neben Brod und Hafer ein kräftiges und gesundes Futter.

Unter diesem Gesichtspunkte wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Produkte je nach dem Verhältniß der zugeführten Nahrungsstoffe ändern können. Ein Ueberfluß von Kohlenstoff, in der Form von Kohlensäure durch die Wurzeln zugeführt, wird bei Mangel an Stickstoff weder in Kleber noch in Eiweis, noch in Holz, noch in sonst irgend einen Bestandtheil eines Organs übergehen; er wird als Zucker, Amylon, Oel, Wachs, Harz, Mannit, Gummi in der Form also eines Excrements abgeschieden werden, oder mehr oder weniger weite Zellen und Gefäße füllen.

Bei einem Ueberschuß stickstoffhaltiger Nahrung wird sich der Kleber, der Gehalt von vegetabilischem Eiweis und Pflanzenleim vermehren, es werden Ammoniaksalze in den Säften bleiben, wenn, wie beim Anbau der Runkelrüben, ein sehr stickstoffreicher Dünger dem Boden gegeben, oder die Funktionen der Blätter unterdrückt wird, indem man die Pflanze ihrer Blätter beraubt.

Wir wissen in der That, daß die Ananas im wilden Zustande kaum genießbar ist, daß sie bei reichlichem thierischen Dünger eine Masse von Blättern treibt, ohne daß die Frucht deshalb an Zucker zunimmt; daß der Stärkegehalt der Kartoffeln in einem humusreichen Boden wächst, daß bei kräftigem animalischen Dünger die Anzahl der Zellen zunimmt, während sich der Amylongehalt vermindert; in dem ersteren Falle besitzen sie eine mehlige, in dem andern eine seifige Beschaffenheit. Die Runkelrüben auf magern Sandboden gezogen, ent-

halten ein Maximum von Zucker und kein Ammoniaksalz, und in gedüngtem Lande verliert die Teltower Rube ihre mehlige Beschaffenheit, denn in diesem vereinigen sich alle Bedingungen für Zellenbildung.

Eine abnorme Production von gewissen Bestandtheilen der Pflanzen setzt in den Blättern eine Kraft und Fähigkeit der Assimilation voraus, die wir mit einer gewöhnlichen, selbst der mächtigsten chemischen Action nicht vergleichen können. Man kann sich in der That keine geringe Vorstellung davon machen, denn sie übertrifft an Stärke die mächtigste galvanische Batterie, mit der wir nicht im Stande sind, den Sauerstoff aus der Kohlensäure auszuscheiden. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, seine Fähigkeit, das Wasser im Sonnenlichte zu zerlegen und Sauerstoff daraus zu entwickeln, ist für nichts zu achten, gegen die Kraft und Energie, mit welcher ein von der Pflanze getrenntes Blatt das aufgesaugte kohlensaure Gas zu zerlegen vermag.

Die gewöhnliche Meinung, daß nur das direct einfallende Sonnenlicht, die Zerlegung der Kohlensäure in den Blättern der Pflanzen zu bewirken vermöge, daß das reflectirte oder Tageslicht diese Fähigkeit nicht besitzt, ist ein sehr verbreiteter Irrthum, denn in einer Menge Pflanzen erzeugen sich absolut die nemlichen Bestandtheile, gleichgültig ob sie vom Sonnenlichte getroffen werden, oder ob sie im Schatten wachsen, sie bedürfen des Lichtes und zwar des Sonnenlichtes, aber es ist für ihre Funktionen durchaus gleichgültig, ob sie die Strahlen der Sonne direct erhalten oder nicht. Ihre Funktionen gehen nur mit weit größerer Energie und Schnelligkeit im Sonnenlichte als wie im Tageslichte oder im Schatten vor sich; es kann keine andere Verschiedenheit hier gedacht werden, als wie bei ähnlichen Wirkungen, welche das Licht auf chemische Ver-

bindungen zeigt, und dieſe Verſchiedenheit wird bemerkbar durch einen höhern oder geringern Grad der Beſchleunigung der Action.

Chlor und Waſſerſtoff vereinigen ſich beide zu Salzſäure, im gewöhnlichen Tageslichte geht die Verbindung in einigen Stunden, im Sonnenlichte augenblicklich mit einer gewaltſamen Exploſion vor ſich, in völliger Dunkelheit beobachtet man nicht die geringſte Veränderung.

Das Oel des ölbildenden Gaſes liefert mit Chlor in Berührung im Sonnenlichte augenblicklich Chlorkohlenſtoff, in gewöhnlichem Tageslichte kann der letztere ebenfalls mit derſelben Leichtigkeit erhalten werden, es gehört dazu nur eine längere Zeit. Während man bei dieſem Verſuche, wenn er im Sonnenlichte angeſtellt wird, nur zwei Produkte bemerkt (Salzſäure und Chlorkohlenſtoff), beobachtet man bei der Einwirkung im Tageslichte eine Reihe von Zwiſchenſtufen, von Verbindungen nemlich, deren Chlorgehalt beſtändig zunimmt, bis zuletzt das ganze Oel in zwei Produkte übergeht, die mit denen im Sonnenlichte erhaltenen abſolut identiſch ſind. Im dunkeln beobachtet man auch hier nicht die geringſte Zerſetzung. Salpeterſäure zerlegt ſich im gewöhnlichen Tageslichte in Sauerſtoffgas und ſalpetrige Säure, Chlorſilber ſchwärzt ſich im Tageslichte ſo gut wie im Sonnenlichte, kurz alle Actionen ganz ähnlicher Art nehmen im Tageslichte dieſelbe Form an wie im Sonnenlichte, nur in der Zeit, in der es geſchieht, bemerkt man einen Unterſchied. Bei den Pflanzen kann es nicht anders ſein, die Art ihrer Ernährung iſt bei allen dieſelbe, und ihre Beſtandtheile beweiſen es, daß die Nahrungsſtoffe abſolut dieſelbe Veränderung erlitten haben.

Was wir alſo an Kohlenſäure einer Pflanze auch zuführen mögen, wenn ihre Quantität nicht mehr beträgt, als was von

den Blättern zersetzbar ist, so wird sie eine Metamorphose erleiden. Wir wissen, daß ein Uebermaß an Kohlensäure die Pflanze tödtet, wir wissen aber auch, daß der Stickstoff bis zu einem gewissen Grade unwesentlich für die Zersetzung der Kohlensäure ist.

Alle bis jetzt angestellten Versuche beweisen, daß frische Blätter, von der Pflanze getrennt, in einem Wasser, welches Kohlensäure enthält, Sauerstoffgas im Sonnenlichte entwickeln, während die Kohlensäure verschwindet.

In diesen Versuchen ist also mit der Kohlensäure kein Stickstoff gleichzeitig zugeführt worden, und man kann hieraus keinen andern Schluß ziehen als den, daß zur Zersetzung der Kohlensäure, also zur Ausübung von einer ihrer Funktionen, kein Stickstoff erforderlich ist, wenn auch für die Assimilation der durch die Zersetzung der Kohlensäure neugebildeten Produkte, um Bestandtheile gewisser Organe der Pflanzen zu werden, die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz unentbehrlich zu sein scheint.

Der aus der Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff hat in den Blättern eine neue Form angenommen, in der er löslich und überführbar in alle Theile der Pflanze ist. Wir bezeichnen diese Form mit Zucker, wenn die Produkte süß schmecken, und mit Gummi oder Schleim, wenn sie geschmacklos sind, sie heißen Excremente, wenn sie durch die Wurzeln (Haare und Drüsen der Blätter ꝛc.) abgeführt werden.

Es ist hieraus klar, daß je nach den Verhältnissen der gleichzeitig zugeführten Nahrungsstoffe die Menge und Qualitäten der durch den Lebensproceß der Pflanzen erzeugten Stoffe wechseln werden.

Im freien wilden Zustande entwickeln sich alle Theile einer Pflanze je nach dem Verhältnisse der Nahrungsstoffe, die ihr vom Standorte dargeboten werden, sie bildet sich auf dem ma-

gerſten unfruchtbarſten Boden eben ſo gut aus, wie auf dem fetteſten und fruchtbarſten, nur in ihrer Größe und Maſſe, in der Anzahl der Halme, Zweige, Blätter, Blüthen oder Früchte beobachtet man einen Unterſchied.

Während auf einen fruchtbaren Boden alle ihre einzelnen Organe ſich vergrößern, vermindern ſie ſich auf einem andern, wo ihr die Materien minder reichlich zufließen, die ſie zu ihrer Bildung bedarf, ihr Gehalt an ſtickſtoffhaltigen oder ſtickſtoffreien Beſtandtheilen ändert ſich mit der überwiegenden Menge ſtickſtoffhaltiger oder ſtickſtofffreier Nahrungsmittel.

Die Entwickelung der Halme und Blätter, der Blüthen und Früchte iſt an beſtimmte Bedingungen geknüpft, deren Kenntniß uns geſtattet, einen gewiſſen Einfluß auf ihren Gehalt in ihren Beſtandtheilen auf die Hervorbringung eines Maximums in Maſſe auszuüben.

Die Ausmittelung dieſer Bedingungen iſt die Aufgabe des Naturforſchers; aus ihrer Kenntniß müſſen die Grundſätze der Land- und Feldwirthſchaft entſpringen.

Es giebt kein Gewerbe, was ſich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menſchen und Thiere vergleichen läßt, in ihm liegt die Grundlage des Wohlſeins, der Entwickelung des Menſchengeſchlechtes, die Grundlage des Reichthums der Staaten, er iſt die Grundlage aller Induſtrie.

In keinem andern Gewerbe iſt die Anwendung richtiger Principien von wohlthätigeren Folgen, von größerem und bemerkbarerem Einfluß, und es muß um ſo räthſelhafter und unbegreiflicher erſcheinen, wenn man in den Schriften der Agronomen und Phyſiologen vergebens nach einem leitenden Grundſatz ſich umſieht.

An allen Orten, in allen Gegenden wechſeln die Methoden

des Feldbaues, und wenn man nach den Urſachen dieſer Abweichung frägt, ſo erhält man die Antwort, ſie hängen von Umſtänden ab (Les circonstances font les assolemens), es giebt keine Antwort, in der ſich die Unwiſſenheit offenbarer ausſpricht, denn Niemand hat ſich bis jetzt damit abgegeben, dieſe Umſtände zu erforſchen.

Fragt man nach der Wirkungsweiſe des Düngers, ſo erhält man von den geiſtreichſten Männern die Antwort, ſie ſei durch den Schleier der Iſis verhüllt *). Man erwäge nur, was dieß eigentlich heißt; es will nichts anders ſagen, als daß die Excremente von Thieren und Menſchen ein unbegreifliches Etwas enthalten, was den Pflanzen zur Nahrung, zur Vermehrung ihrer Maſſe dient, und dieſe Meinung wird gefaßt, ohne daß man je verſucht hat, die erforſchbaren Beſtandtheile des Düngers aufzuſuchen, oder ſich überhaupt damit bekannt zu machen.

Neben gleichen allgemeinen Bedingungen des Wachsthums aller Vegetabilien, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Wärme und der Beſtandtheile der Atmoſphäre, giebt es beſondere, welche auf die Entwickelung einzelner Familien einen ausgezeichneten Einfluß ausüben. Dieſe beſonderen Bedingungen liegen im Boden, oder ſie werden ihnen gegeben in der Form von Stoffen, die man mit dem allgemeinen Namen Dünger bezeichnet.

---

*) von Schwerz in ſeiner praktiſchen Anleitung zum Ackerbau. 1828. Stuttgart bei Cotta, ſagt vom Dünger: »»O des verwickelten gordiſchen Knotens, den die ſcharfſinnigſten algebraiſchen Formeln wohl nimmer löſen, ſelbſt die pfropfenzieherförmigen Atome des Carteſius nicht zu Tage fördern werden! Es iſt nicht gut, ſagt Plato, die Aufſuchung der Dinge zu weit zu treiben. Die Naturwiſſenſchaften finden ihre Grenzen, über die hinaus Iſis Schleier das Geheimniß deckt, oder kann Jemand uns das Weſen von Kraft, Leben und Bewegung enthüllen?« (Dritter Theil. Seite 33.)

es ist evident, das Amylon ist zur Ausbildung der Wurzeln und Blätter verzehrt worden. In diesen Versuchen hat Herr Forstmeister Heyer die interessante Beobachtung gemacht, daß diese Zweige in (ammoniakhaltigem) Schneewasser vegetirend, drei- bis viermal längere Wurzeln treiben als in reinem destillirten Wasser, das Regenwasser wird nach und nach trübe und nimmt eine gelbbräunliche Farbe an, das destillirte Wasser bleibt klar.

Bei dem Blühen des Zuckerrohrs verschwindet ebenfalls ein Theil des gebildeten Zuckers; und bei den Runkelrüben hat man die bestimmte Erfahrung gemacht, daß er sich in der Wurzel erst mit Vollendung der Blattbildung anhäuft.

Diese so wohlbegründeten Beobachtungen entfernen jeden Zweifel über den Antheil, den Zucker, Stärke und Gummi an dem Entwickelungsprocesse der Pflanzen nehmen; es hört auf räthselhaft zu sein, woher es kommt, daß diese drei Materien der entwickelten Pflanze zugeführt, keinen Antheil an ihrem Wachsthum, an ihrem Ernährungsprocesse nehmen.

Man hat — aber gewiß mit Unrecht — die gegen den Herbst hin, sich in den Pflanzen anhäufenden Vorräthe von Stärke, mit dem Fett der dem Winterschlaf unterworfenen Thiere verglichen; allein bei diesen sind alle Lebensfunctionen bis auf den Respirationsproceß in einem Zustande der Ruhe; sie bedürfen, wie eine sehr langsam brennende Oellampe, nur eine an kohlen- und wasserstoffreiche Materie, um den Verbrennungsproceß in der Lunge zu unterhalten. Mit dem Erwachen aus dem Winterschlaf ist alles Fett verschwunden, es hat nicht zur Ernährung gedient, kein Theil ihres Körpers hat durch das Fett an Masse zugenommen, die Qualität von keinem davon hat eine bemerkbare Veränderung erlitten. Das Fett hatte mit der eigentlichen Ernährung nicht das Geringste zu thun.

Die einjährige Pflanze erzeugt und sammelt die Nahrung der künftigen, auf gleiche Weise wie die perennirende; sie speichert sie im Saamen in der Form von vegetabilischem Eiweiß von Stärkemehl und Gummi auf, sie wird beim Keimen zur Ausbildung der ersten Wurzelfasern und Blätter verwendet, mit dem Vorhandensein dieser Organe fängt die Zunahme an Masse, die eigentliche Ernährung, erst an.

Jeder Keim, jede Knospe einer perennirenden Pflanze ist der aufgepfropfte Embryo eines neuen Individuums, die im Stamme, in der Wurzel aufgespeicherte Nahrung: sie entspricht dem Albumen des Saamens.

Nahrungsstoffe in ihrer eigentlichen Bedeutung sind offenbar nur solche Materien, welche von außen zugeführt, das Leben und alle Lebensfunctionen eines Organismus zu erhalten vermögen, insofern sie von den Organen zur Hervorbringung der ihnen eigenthümlichen Bestandtheile verwendet werden können.

Bei den Thieren entspringt aus dem Blute die Substanz ihrer Muskeln und Nerven, es unterhält durch einen seiner Bestandtheile den Athmungsproceß, durch andere wieder besondere Lebensprocesse, ein jeder Theil des Körpers empfängt Nahrung durch das Blut, allein die Bluterzeugung ist eine Lebensfunktion für sich, ohne welche das Leben nicht gedacht werden kann; setzen wir die Organe der Bluterzeugung außer Thätigkeit, führen wir in die Adern eines Thieres Blut von Außen zu, so erfolgt der Tod, wenn seine Quantität eine gewisse Grenze überschreitet.

Wenn wir einem Baume Holzfaser im aufgelöst'ten Zustande zuführen könnten, so würde der nemliche Fall eintreten, wie wenn wir eine Kartoffelpflanze in Stärkekleister vegetiren ließen.

Die Blätter sind vorhanden, um Stärke, Holzfaser und

fenheit liegen, gehört dem Agronomen an, die seiner Zusammensetzung hat der Chemiker zu lösen. Von der letzteren kann allein nur die Rede sein.

Die Ackererde ist durch die Verwitterung von Felsarten entstanden, von den vorwaltenden Bestandtheilen dieser Felsart sind ihre Eigenschaften abhängig. Mit Sand, Kalk und Thon bezeichnen wir diese vorwaltenden Bestandtheile der Bodenarten.

Reiner Sand, reiner Kalkstein, in denen außer Kieselsäure oder kohlensauren oder kieselsauren Kalk andere anorganischen Bestandtheile fehlen, sind absolut unfruchtbar.

Von fruchtbarem Boden macht aber unter allen Umständen der Thon einen nie fehlenden Bestandtheil aus.

Wo stammt nun der Thon der Ackererde her? welches sind die Bestandtheile desselben, welche Antheil an der Vegetation nehmen?

Der Thon stammt von der Verwitterung Thonerde haltiger Mineralien, unter denen die verschiedenen Feldspathe (der gewöhnliche) Kalifeldspath, der Natronfeldspath (Albit), der Kalkfeldspath (Labrador), Glimmer und Zeolithe die verbreitetsten unter denen sind, welche verwittern.

Diese Mineralien sind Gemengtheile des Granits, Gneuß, Glimmerschiefers, Porphyrs, des Thonschiefers, der Grauwacke, der vulkanischen Gebirgsarten, des Basalts, Klingsteins, der Lava.

Als die äußersten Glieder der Grauwacke haben wir reinen Quarz, Thonschiefer und Kalk, bei den Sandsteinen Quarz und Letten. In dem Uebergangskalk, in den Dolomiten haben wir Einmengungen von Thon, von Feldspath, Feldsteinporphir, Thonschiefer; der Zechstein ist ausgezeichnet durch seinen Thongehalt. Der Jurakalk enthält 3 — 20, in der würtembergischen Alp 45 — 50 p. c. Thon. Der Muschel- und Grobkalk ist mehr oder weniger reich an Thon.

Man beobachtet leicht, daß die thonerdehaltigen Fossilien die verbreitetsten an der Erdoberfläche sind, wie schon erwähnt, fehlt der Thon niemals im fruchtbaren, und nur dann im culturfähigen Lande, wenn ein Bestandtheil desselben durch andere Quellen ersetzt wird. In dem Thon muß an und für sich eine Ursache vorhanden sein, welche Einfluß auf das Leben der Pflanzen ausübt, welche directen Antheil an ihrer Entwickelung nimmt.

Diese Ursache ist sein nie fehlender Kali- und Natrongehalt.

Die Thonerde nimmt an der Vegetation nur indirect, durch ihre Fähigkeit, Wasser und Ammoniak anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil, nur in höchst seltenen Fällen findet sich Thonerde in den Pflanzenaschen, in allen findet sich aber Kieselerde, welche in den meisten Fällen nur durch Vermittlung von Alkalien in die Pflanze gelangt.

Um sich einen bestimmten Begriff von dem Gehalt des Thons an Alkalien zu machen, muß man sich erinnern, daß der Feldspath 17¾ p. c. Kali, der Albit 11,43 Natron, der Glimmer 3—5 p. c., die Zeolithe zusammen 13—16 p. c. an Alkalien enthalten.

Aus den zuverlässigen Analysen von Ch. Gmelin, Löwe, Fricke, Meyer, Redtenbacher weiß man, daß die Klingsteine, Basalte zwischen ¾ bis 3 p. c. Kali und 5—7 p. c. Natron, der Thonschiefer 2,75 — 3,31 Kali, daß der Letten 1½—4 p. c. Kali enthält.

Berechnet man bei Zugrundelegung des specifischen Gewichtes, wie viel Kali eine Bodenschicht enthält, welche aus der Verwitterung eines Morgens (2500 □ Meter) einer 20 Zoll dicken Lage einer dieser Felsarten entstanden ist, so ergiebt sich, daß diese Bodenschicht an Kali enthält:

aus Feldspath entstanden	1,152000 ℔
aus Klingstein	200000—400000 »
aus Basalt	47500— 75000 »
aus Thonschiefer	100000—200000 »
aus Letten	87000—300000 »

Das Kali fehlt in keinem Thon, es ist selbst im Mergel (Fuchs) enthalten; in allen Thonarten, die man auf Kali untersucht hat, ist dieser Bestandtheil gefunden worden, in dem Thon der Uebergangsgebirge des Flotzgebirges, so wie in den jüngsten Bildungen der Umgebungen von Berlin kann man durch bloßes Eintrocknen mit Schwefelsäure, durch die Bildung von Alaun (nach Mitscherlich) den Kaligehalt nachweisen, und allen Alaun-Fabrikanten ist es wohl bekannt, daß alle ihre Laugen eine gewisse Quantität Alaun fertig gebildet enthalten, dessen Kali aus der thonreichen Asche der Braun- und Steinkohlen herrührt.

Ist nach dieser außerordentlichen Verbreitung des Kali's sein Vorkommen in den Gewächsen nicht vollkommen begreiflich, ist es zu rechtfertigen, daß man, um sein Vorhandensein in den Pflanzen zu erklären, zu einer Erzeugung von einem Metalloxid durch den organischen Proceß, aus den Bestandtheilen der Atmosphäre also, seine Zuflucht nahm? Diese Meinung fand zu einer Zeit noch Anhänger, wo die Methoden, das Kali in dem Boden nachzuweisen, längst bekannt waren. Noch heutigen Tages sind Voraussetzungen dieser Art in den Schriften vieler Physiologen zu finden; man sieht sich in die Zeit zurückversetzt, wo man den Feuerstein aus Kreide entstehen ließ, wo man sich vollkommen beruhigte, Alles, was aus Mangel an Untersuchungen unbegreiflich erschien, mit einer noch bei weitem unbegreiflichern Erscheinung zu erklären.

Ein Tausendtheil Letten, dem Quarz in buntem Sand-

ſtein oder dem Kalk in den verſchiedenen Kalkformationen beigemengt, giebt einem Boden von nur 20 Zoll Tiefe ſo viel Kali, daß ein Fichtenwald auf dieſem Boden ein ganzes Jahrhundert lang damit verſehen werden kann.

Ein einziger Cubicfuß Feldſpath kann eine Waldfläche mit Laubholz von 2500 □Meter Fläche 5 Jahre lang mit Kali verſehen.

Ein Boden, welcher ein Maximum von Fruchtbarkeit beſitzt, enthält den Thon gemengt mit anderen verwitterten Geſteinen, mit Kalk und Sand in einem ſolchen Verhältniß, daß er der Luft und Feuchtigkeit bis zu einem gewiſſen Grade leichten Eingang verſtattet.

Der Boden in der Nähe und Umgebung des Veſuvs läßt ſich als der Typus der fruchtbarſten Bodenarten betrachten; je nach dem Verhältniß, als der Thon oder Sand darinn zu- oder abnimmt, verringert ſich der Grad ſeiner Fruchtbarkeit.

Dieſer aus verwitterter Lava entſtandene Boden kann ſeinem Urſprung nach nicht die kleinſte Spur einer vegetabiliſchen Materie enthalten; Jedermann weiß, daß wenn die vulkaniſche Aſche eine Zeitlang der Luft und dem Einfluß der Feuchtigkeit ausgeſetzt geweſen iſt, daß alle Vegetabilien darinn in der größten Ueppigkeit und Fülle gedeihen.

Die Bedingung dieſer Fruchtbarkeit ſind nun die darinn enthaltenen Alkalien, welche nach und nach durch die Verwitterung die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Bei allen Geſteinen und Gebirgsarten ſind Jahrtauſende erforderlich geweſen, um ſie in den Zuſtand der Ackererde überzuführen, die Grenze der Verwitterung des Thons, d. h. die völlige Entziehung alles Alkalis, wird noch eben ſo viele Jahrtauſende erfordern.

Wie wenig das Regenwetter aus dem Boden in Jahres-

einem gehörigen Verhältniß Kleber oder Fleisch läßt sich keine Spur davon entdecken, sie sind in diesem Falle assimilirbar geworden. Kartoffeln, welche neben Heufütterung die Kräfte eines Pferdes kaum zu erhalten vermögen, geben neben Brod und Hafer ein kräftiges und gesundes Futter.

Unter diesem Gesichtspunkte wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Produkte je nach dem Verhältniß der zugeführten Nahrungsstoffe ändern können. Ein Ueberfluß von Kohlenstoff, in der Form von Kohlensäure durch die Wurzeln zugeführt, wird bei Mangel an Stickstoff weder in Kleber noch in Eiweis, noch in Holz, noch in sonst irgend einen Bestandtheil eines Organs übergehen; er wird als Zucker, Amylon, Oel, Wachs, Harz, Mannit, Gummi in der Form also eines Excrements abgeschieden werden, oder mehr oder weniger weite Zellen und Gefäße füllen.

Bei einem Ueberschuß stickstoffhaltiger Nahrung wird sich der Kleber, der Gehalt von vegetabilischem Eiweis und Pflanzenleim vermehren, es werden Ammoniaksalze in den Säften bleiben, wenn, wie beim Anbau der Runkelrüben, ein sehr stickstoffreicher Dünger dem Boden gegeben, oder die Funktionen der Blätter unterdrückt wird, indem man die Pflanze ihrer Blätter beraubt.

Wir wissen in der That, daß die Ananas im wilden Zustande kaum genießbar ist, daß sie bei reichlichem thierischen Dünger eine Masse von Blättern treibt, ohne daß die Frucht deshalb an Zucker zunimmt; daß der Stärkegehalt der Kartoffeln in einem humusreichen Boden wächst, daß bei kräftigem animalischen Dünger die Anzahl der Zellen zunimmt, während sich der Amylongehalt vermindert; in dem ersteren Falle besitzen sie eine mehlige, in dem andern eine seifige Beschaffenheit. Die Runkelrüben auf magern Sandboden gezogen, ent-

halten ein Maximum von Zucker und kein Ammoniaksalz, und in gedüngtem Lande verliert die Teltower Rube ihre mehlige Beschaffenheit, denn in diesem vereinigen sich alle Bedingungen für Zellenbildung.

Eine abnorme Production von gewissen Bestandtheilen der Pflanzen setzt in den Blättern eine Kraft und Fähigkeit der Assimilation voraus, die wir mit einer gewöhnlichen, selbst der mächtigsten chemischen Action nicht vergleichen können. Man kann sich in der That keine geringe Vorstellung davon machen, denn sie übertrifft an Stärke die mächtigste galvanische Batterie, mit der wir nicht im Stande sind, den Sauerstoff aus der Kohlensäure auszuscheiden. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, seine Fähigkeit, das Wasser im Sonnenlichte zu zerlegen und Sauerstoff daraus zu entwickeln, ist für nichts zu achten, gegen die Kraft und Energie, mit welcher ein von der Pflanze getrenntes Blatt das aufgesaugte kohlensaure Gas zu zerlegen vermag.

Die gewöhnliche Meinung, daß nur das direct einfallende Sonnenlicht, die Zerlegung der Kohlensäure in den Blättern der Pflanzen zu bewirken vermöge, daß das reflectirte oder Tageslicht diese Fähigkeit nicht besitzt, ist ein sehr verbreiteter Irrthum, denn in einer Menge Pflanzen erzeugen sich absolut die nemlichen Bestandtheile, gleichgültig ob sie vom Sonnenlichte getroffen werden, oder ob sie im Schatten wachsen, sie bedürfen des Lichtes und zwar des Sonnenlichtes, aber es ist für ihre Funktionen durchaus gleichgültig, ob sie die Strahlen der Sonne direct erhalten oder nicht. Ihre Funktionen gehen nur mit weit größerer Energie und Schnelligkeit im Sonnenlichte als wie im Tageslichte oder im Schatten vor sich; es kann keine andere Verschiedenheit hier gedacht werden, als wie bei ähnlichen Wirkungen, welche das Licht auf chemische Ver-

bindungen zeigt, und dieſe Verſchiedenheit wird bemerkbar durch einen höhern oder geringern Grad der Beſchleunigung der Action.

Chlor und Waſſerſtoff vereinigen ſich beide zu Salzſäure, im gewöhnlichen Tageslichte geht die Verbindnng in einigen Stunden, im Sonnenlichte augenblicklich mit einer gewaltſamen Exploſion vor ſich, in völliger Dunkelheit beobachtet man nicht die geringſte Veränderung.

Das Oel des ölbildenden Gaſes liefert mit Chlor in Berührung im Sonnenlichte augenblicklich Chlorkohlenſtoff, in gewöhnlichem Tageslichte kann der letztere ebenfalls mit derſelben Leichtigkeit erhalten werden, es gehört dazu nur eine längere Zeit. Während man bei dieſem Verſuche, wenn er im Sonnenlichte angeſtellt wird, nur zwei Produkte bemerkt (Salzſäure und Chlorkohlenſtoff), beobachtet man bei der Einwirkung im Tageslichte eine Reihe von Zwiſchenſtufen, von Verbindungen nemlich, deren Chlorgehalt beſtändig zunimmt, bis zuletzt das ganze Oel in zwei Produkte übergeht, die mit denen im Sonnenlichte erhaltenen abſolut identiſch ſind. Im dunkeln beobachtet man auch hier nicht die geringſte Zerſetzung. Salpeterſäure zerlegt ſich im gewöhnlichen Tageslichte in Sauerſtoffgas und ſalpetrige Säure, Chlorſilber ſchwärzt ſich im Tageslichte ſo gut wie im Sonnenlichte, kurz alle Actionen ganz ähnlicher Art nehmen im Tageslichte dieſelbe Form an wie im Sonnenlichte, nur in der Zeit, in der es geſchieht, bemerkt man einen Unterſchied. Bei den Pflanzen kann es nicht anders ſein, die Art ihrer Ernährung iſt bei allen dieſelbe, und ihre Beſtandtheile beweiſen es, daß die Nahrungsſtoffe abſolut dieſelbe Veränderung erlitten haben.

Was wir alſo an Kohlenſäure einer Pflanze auch zuführen mögen, wenn ihre Quantität nicht mehr beträgt, als was von

den Blättern zersetzbar ist, so wird sie eine Metamorphose erleiden. Wir wissen, daß ein Uebermaß an Kohlensäure die Pflanze tödtet, wir wissen aber auch, daß der Stickstoff bis zu einem gewissen Grade unwesentlich für die Zersetzung der Kohlensäure ist.

Alle bis jetzt angestellten Versuche beweisen, daß frische Blätter, von der Pflanze getrennt, in einem Wasser, welches Kohlensäure enthält, Sauerstoffgas im Sonnenlichte entwickeln, während die Kohlensäure verschwindet.

In diesen Versuchen ist also mit der Kohlensäure kein Stickstoff gleichzeitig zugeführt worden, und man kann hieraus keinen andern Schluß ziehen als den, daß zur Zersetzung der Kohlensäure, also zur Ausübung von einer ihrer Funktionen, kein Stickstoff erforderlich ist, wenn auch für die Assimilation der durch die Zersetzung der Kohlensäure neugebildeten Produkte, um Bestandtheile gewisser Organe der Pflanzen zu werden, die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz unentbehrlich zu sein scheint.

Der aus der Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff hat in den Blättern eine neue Form angenommen, in der er löslich und überführbar in alle Theile der Pflanze ist. Wir bezeichnen diese Form mit Zucker, wenn die Produkte süß schmecken, und mit Gummi oder Schleim, wenn sie geschmacklos sind, sie heißen Excremente, wenn sie durch die Wurzeln (Haare und Drüsen der Blätter ꝛc.) abgeführt werden.

Es ist hieraus klar, daß je nach den Verhältnissen der gleichzeitig zugeführten Nahrungsstoffe die Menge und Qualitäten der durch den Lebensproceß der Pflanzen erzeugten Stoffe wechseln werden.

Im freien wilden Zustande entwickeln sich alle Theile einer Pflanze je nach dem Verhältnisse der Nahrungsstoffe, die ihr vom Standorte dargeboten werden, sie bildet sich auf dem ma-

bedarf, die ihm der Humusboden nicht liefern kann, indem er keins von beiden enthält, man erhält Kraut aber keine Frucht

Woher kommt es denn, daß Weizen nicht auf Sandboden gedeiht, daß der Kalkboden, wenn er nicht eine beträchtliche Menge Thon beigemischt enthält, unfruchtbar für diese Pflanze ist? Es kommt daher, weil diese Bodenarten für dieses Gewächs nicht hinreichend Alkali enthalten, es bleibt selbst davon in seiner Entwickelung zurück, wenn ihm alles andere im Ueberfluß dargeboten wird.

Ist es denn nur Zufall, daß in den Karpathen, im Jura auf Sandstein und Kalk nur Nadelholz gedeiht, daß wir auf Gneuß, Glimmerschiefer, auf Granitboden in Baiern, daß wir auf Klingstein in der Rhön, auf Basalt im Vogelsberge, auf Thonschiefer am Rhein und in der Eifel, die schönsten Laubholzwaldungen finden, die auf Sandstein und Kalk, worauf Fichten noch gedeihen, nicht mehr fortkommen. Es kommt daher, weil die Blätter des Laubholzes, welche jährlich sich erneuern, zu ihrer Entwickelung die 6 bis 10fache Menge Alkali erfordern. Sie finden auf kaliarmem Boden das Alkali nicht vor, ohne welches sie nicht zur Ausbildung gelangen *).

Wenn auf Sandstein und Kalkboden Laubholz vorkommt, wenn wir die Rothbuche, den Vogelbeerbaum, die wilde Süßkirsche, auf Kalk üppig gedeihen sehen, so kann man mit Gewißheit darauf rechnen, daß in dem Boden eine Bedingung ihres Lebens, nemlich die Alkalien, nicht fehlen.

Kann es auffallend sein, daß nach dem Abbrennen von Nadelholzwaldungen in Amerika, durch welche der Boden das in

*) 1000 Theile trockener Eichenblätter geben 55 Theile Asche, worin sich 24 Theile lösliche Alkalien befinden, dieselbe Quantität Fichtenblätter giebt nur 29 Theile Asche, welche 4, 6 Theile lösliche Salze enthält (Sauſſure).

Jahrhunderten gesammelte Alkali empfängt, Laubholz gedeiht, daß Spartium scoparium, Erysimum latifolium, Blitum capitatum, Senecio viscosus, lauter Pflanzen, welche eine an Alkali höchst reiche Asche geben, auf Brandstätten in üppiger Fülle emporsprossen.

Nach Wermuth gedeiht kein Weizen, und umgekehrt auf Weizen kein Wermuth, sie schaden sich gegenseitig, insofern sie sich des Alkalis im Boden bemächtigen.

Hundert Theile Weizenstengel geben 15,5 Asche (H. Davy), 100 Theile trockner Gerstenstengel 8,54 Theile Asche (Schrader), 100 Theile Haferstengel nur 4,42 Asche; diese Asche ist bei allen diesen Pflanzen von einerlei Zusammensetzung.

Sieht man hier nicht genau, was die Pflanze bedarf? Auf einem und demselben Felde, das nur eine Ernte Weizen liefert, läßt sich zweimal Gerste und dreimal Hafer bauen.

Alle Grasarten bedürfen des kieselsauren Kalis; es ist kieselsaures Kali, was beim Wässern der Wiesen dem Boden zugeführt, was in dem Boden aufgeschlossen wird; in Gräben und in kleinen Bächen, an Stellen, wo durch den Wechsel des Wassers die aufgelöste Kieselerde sich unaufhörlich erneuert, auf kalireichem Letten- und Thonboden, in Sümpfen gedeihen die Equisetaceen, die Schilf- und Rohrarten, welche so große Mengen Kieselerde oder kieselsaures Kali enthalten, in der größten Ueppigkeit.

Die Menge von kieselsaurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich genommen wird, ist sehr beträchtlich. Man darf sich nur an die zusammengeschmolzene glasartige Masse erinnern, die man nach einem Gewitter zwischen Mannheim und Heidelberg auf einer Wiese fand, und für einen Meteorstein hielt; es war, wie die Untersuchung ergab, kieselsaures Kali; der Blitz hatte in einen Heuhaufen einge-

Was enthält aber der Boden, was enthalten die Stoffe, die man Dünger nennt? Vor der Ausmittelung dieser Fragen kann an eine rationelle Land- und Feldwirthschaft nicht gedacht werden.

Zur vollständigen Lösung dieser Fragen werden die Kräfte und Kenntnisse des Pflanzenphysiologen, des Agronomen und Chemikers in Anspruch genommen, es muß dazu ein Anfang gemacht werden.

Die Aufgabe der Cultur ist im Allgemeinen die vortheilhafteste Hervorbringung gewisser Quantitäten, oder eines Maximums an Masse von gewissen Theilen, oder Organen verschiedenartiger Pflanzen, sie wird gelöst durch die Anwendung der Kenntniß derjenigen Stoffe, die zur Ausbildung dieser Theile oder Organe unentbehrlich sind, oder der zur Hervorbringung dieser Qualitäten erforderlichen Bedingungen.

Die Gesetze einer rationellen Cultur müssen uns in den Stand setzen, einer jeden Pflanze dasjenige zu geben, was sie zur Erreichung ihrer Zwecke vorzugsweise bedarf.

Die Cultur beabsichtigt im Besonderen eine abnorme Entwickelung und Erzeugung von gewissen Pflanzentheilen oder Pflanzenstoffen, die zur Ernährung der Thiere und Menschen, oder für die Zwecke der Industrie verwendet werden.

Je nach diesen Zwecken ändern sich die Mittel, welche zu ihrer Ernährung dienen.

Die Mittel, welche die Cultur anwendet, um feines weiches biegsames Stroh für Florentiner Hüte zu erzeugen, sind denen völlig entgegengesetzt, die man wählen muß, um ein Maximum von Saamen durch die nemliche Pflanze hervorzubringen. Ein Maximum von Stickstoff in diesen Saamen bedarf wieder der Erfüllung anderer Bedingungen, man hat wieder andere zu berücksichtigen, wenn man dem Halme die Stärke und Festig-

den Urin und die festen Excremente wird aller Ueberschuß wieder abgeführt.

Man kann sich eine Vorstellung von dem Gehalt von phosphorsaurer Bittererde in dem Getreide machen, wenn man sich erinnert, daß die Steine in dem Blinddarm von Pferden, die sich von Heu und Hafer nähren, aus phosphorsaurer Bittererde und Ammoniak bestehen. Aus dem Mastdarm eines Müllerpferdes in Eberstadt wurden nach seinem Tode 29 Steine genommen, die zusammen über 3 ℔ wogen, und Dr. Fr. Simon beschrieb vor Kurzem einen Stein von einem Fuhrmannspferde, dessen Gewicht 47½ Loth (über 700 Grammen) betrug.

Es ist klar, ohne phosphorsaure Bittererde, welche einen nie fehlenden Bestandtheil der Saamen der Getreidearten ausmacht, wird sich dieser Saame nicht bilden können; er wird nicht zur Reife gelangen.

Außer Kieselsäure, Kali und Phosphorsäure, die unter keinerlei Umständen in den Culturpflanzen fehlen, nehmen die Vegetabilien aus dem Boden noch fremde Stoffe, Salze auf, von denen man voraussetzen darf, daß sie die ebengenannten zum Theil wenigstens in ihren Wirkungen ersetzen; in dieser Form kann man bei manchen Pflanzen Kochsalz, schwefelsaures Kali, Salpeter, Chlorkalium und andere als nothwendige Bestandtheile betrachten.

Der Thonschiefer enthält meistens Einmischungen von Kupferoxid, der Glimmerboden enthält Fluormetalle. Von diesen Bestandtheilen gehen geringe Mengen in den Organismus der Pflanze über, ohne daß sich behaupten läßt, sie seien ihr nothwendig.

In gewissen Fällen scheint das Fluorcalcium den phosphorsauren Kalk in den Knochen und Zähnen vertreten zu können, es läßt sich sonst wenigstens nicht erklären, woher es kommt,

daß die nie fehlende Gegenwart derſelben in den Knochen der antediluvianiſchen Thiere als Mittel dienen kann, um ſie von Knochen aus ſpäteren Perioden zu unterſcheiden; die Schädelknochen von Menſchen aus Pompeji ſind eben ſo reich an Flußſäure wie die der vorweltlichen Thiere. Werden ſie gepulvert in einem verſchließbaren Glasgefäß mit Schwefelſäure übergoſſen, ſo findet ſich dieſes auf der Innenſeite nach 24 Stunden aufs Heftigſte corrodirt (J. L.), während die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten. (Berzelius.)

Beachtenswerth für das Wachsthum der Pflanzen iſt die Erfahrung von de Sauſſure, daß in den verſchiedenen Stadien ihrer Entwickelung die Vegetabilien ungleiche Mengen von den Beſtandtheilen des Bodens bedürfen. Weizenpflanzen lieferten ihm einen Monat vor der Blüthe $^{7}/_{1000}$, in der Blüthe $^{54}/_{1000}$, und mit reifen Saamen nur $^{35}/_{1000}$ Aſche. Man ſieht offenbar, daß ſie dem Boden, von der Blüthe an, einen Theil ſeiner anorganiſchen Beſtandtheile wieder zurückgeben, aber die phosphorſaure Bittererde iſt im Saamen zurückgeblieben.

Die Brache iſt, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortſchreitenden Verwitterung vermittelſt des Einfluſſes der Atmoſphäre überläßt, in der Weiſe, daß eine gewiſſe Quantität Alkali wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es iſt klar, daß die ſorgfältige Bearbeitung des Brachlandes ſeine Verwitterung beſchleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur iſt es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut ſich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeſchloſſene Alkali nicht entzieht.

Unter der Familie der Leguminosen sind viele Arten, ausgezeichnet durch ihren geringen Gehalt von Alkalien und Salzen überhaupt; die Bohne der Vicia faba enthält z. B. kein freies Alkali, und an phosphorsaurem Kalk und Bitterde noch kein ganzes Procent (Einhof); die grünen Blätter und Schoten von Pisum sativum enthalten nur $^1/_{1000}$ phosphorsaure Salze, die reifen Erbsen geben im Ganzen nur 1,93 Asche, darinn 0,29 phosphorsauren Kalk. (Einhof.) Die Bohne von Phaseolus vulgaris enthält nur Spuren von Salzen. (Braconnot.) Der Stamm von Medicago Sativa enthält nur 0,83 p. c., Ervum lens nur 0,57 p. c. phosphorsauren Kalk mit Eiweiß. (Crome.) Der Buchweizen, an der Sonne getrocknet, liefert im Ganzen nur 0,681 p. c. Asche und darinn nur 0,09 Theile löslicher Salze. (Zenneck.)

Die obenerwähnten Pflanzen gehören zu den sogenannten Brachfrüchten, in ihrer Zusammensetzung liegt der Grund, warum sie dem Getreide, was nach ihnen gepflanzt wird, nicht schaden; sie entziehen dem Boden keine Alkalien, sondern nur eine verschwindende Menge von phosphorsauren Salzen.

Es ist klar, daß zwei Pflanzen neben einander wachsend sich gegenseitig schaden, wenn sie dem Boden einerlei Nahrungsstoffe entziehen, und es kann nicht auffallend sein, daß Matricaria Chamomilla, Spartium scoparium das Aufkommen des Getreides hindern, wenn man berücksichtigt, daß beide 7 bis 7,43 p. c. Asche geben, die $^1/_{10}$ kohlensaures Kali enthält.

Der Lolch (Trespe), das Freisamkraut (Erigeron acre), kommen gleichzeitig mit dem Getreide zur Blüthe und Fruchtbildung; in dem Getreide wachsend werden sich beide Pflanzen in die Bestandtheile des Bodens theilen, mit der Stärke der Entwickelung der einen, wird die der andern abnehmen müssen, was die eine aufnimmt, entgeht der andern.

frist aufzulösen vermag, sehen wir an der Zusammensetzung des Flußwassers, des Wassers der Bäche und Quellen; es sind dieß gewöhnlich weiche Wasser, und der nie fehlende Kochsalzgehalt auch der weichsten Wasser beweis't, daß dasjenige an alkalischen Salzen, was durch Flüsse und Ströme dem Meere zufließt, durch Seewinde und Regen dem Lande wieder zurückgebracht wird.

Die Natur selbst zeigt uns, was die Pflanze, ihr Keim, die erste Wurzelfaser, im Anfang ihrer Entwickelung bedarf. Bequerel hat nachgewiesen, daß die Saamen der Gramineen, Leguminosen, Cruciferen, Chicoraceen, Umbelliferen, Corniferen, Cucurbitaceen, beim Keimen, Essigsäure ausscheiden. Eine Pflanze, welche aus der Erde, ein Blatt, was aus der Knospe hervorbricht, enthält zu dieser Zeit eine Asche, welche eben so stark und gewöhnlich mehr mit alkalischen Salzen beladen ist, als in einer andern Periode der Vegetation. (Saussure.) Wir wissen nun aus Bequerels Versuchen, wie und auf welche Weise diese alkalischen Salze in die junge Pflanze gelangen, die gebildete Essigsäure verbreitet sich in dem nassen und feuchten Boden, sie sättigt sich mit Alkalien, Kalk, Bittererde, und wird von den Wurzelfasern in der Form von neutralen Salzen wieder aufgenommen.

Nach dem Aufhören des Lebens, wo die Bestandtheile der Pflanze den Zerstörungsprocessen der Fäulniß und Verwesung unterliegen, erhält der Boden wieder, was ihm entzogen wurde.

Denken wir uns einen Boden, der aus den Bestandtheilen des Granits, der Grauwacke, des Zechsteins, Porphyrs ꝛc. durch Verwitterung entstanden ist und auf dem seit Jahrtausenden die Vegetation nicht gewechselt hat, er wird ein Maga-

zin von Alkalien in einem von den Wurzeln der Pflanzen aſſimilirbaren Zuſtande enthalten.

Die ſchönen Verſuche von Struve haben dargethan, daß ein kohlenſäurehaltiges Waſſer, die Gebirgsarten, welche Alkalien enthalten, zerlegt, daß es einen Gehalt von kohlenſaurem Alkali empfängt. Es iſt klar, daß die Pflanzen ſelbſt, inſofern ihre Ueberreſte durch Verweſung Kohlenſäure erzeugen, inſofern ihre Wurzeln im lebenden Zuſtande Säuren ausſchwitzen, nicht minder kräftig dem Zuſammenhang der Gebirgsarten entgegenwirken.

Neben der Einwirkung der Luft, des Waſſers und Temperaturwechſels, ſind die Pflanzen ſelbſt, die mächtigſten Urſachen der Verwitterung.

Luft, Waſſer, Temperaturwechſel bewirken die Vorbereitung der Felsarten zu ihrer Aufſchließung, d. h. zur Auflöſung der darinn enthaltenen Alkalien durch die Pflanzen.

Auf einem Boden, welcher Jahrhunderte lang allen Urſachen der Verwitterung ausgeſetzt geweſen iſt, von dem aber die aufgeſchloſſenen Alkalien nicht fortgeführt wurden, werden alle Vegetabilien, die zu ihrer Entwickelung beträchtliche Mengen Alkalien bedürfen, eine lange Reihe von Jahren hindurch hinreichende Nahrung finden, allein nach und nach muß er erſchöpft werden, wenn das Alkali, was ihm entzogen wurde, nicht wieder erſetzt wird; es muß ein Punkt eintreten, wo er von Zeit zu Zeit der Verwitterung wieder ausgeſetzt werden muß, um einer neuen Ernte Vorrath von auflösbaren Alkalien zu geben.

So wenig Alkali es auch im Ganzen betragen mag, was die Pflanzen bedürfen, ſie kommen ohne dieſes Alkali nicht zur Entwickelung; ſie können es nicht entbehren.

Nach einem Zeitraume von einem oder mehreren Jahren,

während welcher Zeit das Alkali dem Boden nicht entzogen wird, kann man wieder auf eine neue Ernte rechnen.

Die ersten Colonisten fanden in Virginien einen Boden von der obenerwähnten Beschaffenheit vor; ohne Dünger erntete man auf einem und demselben Felde, ein ganzes Jahrhundert lang, Weizen oder Taback, und jetzt sieht man ganze Gegenden verlassen und in unfruchtbares Weideland verwandelt, was kein Getreide, keinen Taback mehr, ohne Dünger, hervorbringt. Einem Morgen von diesem Lande wurden aber in 100 Jahren in den Blättern, dem Korn und Stroh über 1200 ℔ Alkali entzogen; er wurde unfruchtbar, weil der aufgeschlossene Boden gänzlich seines Alkali's beraubt war und weil dasjenige, was im Zeitraum von einem Jahre durch den Einfluß der Witterung zur Aufschließung gelangte, nicht hinreichte, um die Bedürfnisse der Pflanze zu befriedigen.

In diesem Zustande befindet sich im Allgemeinen alles Culturland in Europa. Die Brache ist die Zeit der Verwitterung.

Man giebt sich einer unbegreiflichen Täuschung hin, indem man dem Verschwinden des Humusgehaltes in diesem Boden zuschreibt, was eine bloße Folge der Entziehung von Alkalien ist.

Man versetze sich in die Umgebungen Neapels, welche bekannt sind als fruchtbares Getreideland; die Ortschaften und Dörfer liegen 6—8 Stunden entfernt von einander, von Wegen ist in diesen Gegenden keine Rede, noch viel weniger von Dünger; seit Jahrtausenden wird auf diesen Feldern Getreide gezogen, ohne daß dem Boden wiedergegeben wird, was man ihm jährlich nimmt. Wie kann man unter solchen Verhältnissen dem Humus eine Wirkung zuschreiben, die nach tausend Jahren noch bemerkbar ist, dem Humus, von dem man nicht

einmal weiß, ob er je ein Bestandtheil dieses Bodens war.

Die Methode der Cultur, die man in diesen Gegenden anwendet, erklärt diese Verhältnisse vollkommen; es ist in den Augen unserer Landwirthe die schlechteste von allen, für diese Gegenden hingegen die vortheilhafteste, die man wählen kann. Man bebaut nemlich das Feld nur von drei zu drei Jahren, und läßt es in der Zwischenzeit Viehheerden zu einer spärlichen Weide dienen. Während der zweijährigen Brache hat das Feld keine andere Aenderung erlitten, als daß der Boden den Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen ist, eine gewisse Menge der darinn enthaltenen Alkalien ist wieder in den Zustand der Aufschließbarkeit übergegangen.

Man muß erwägen, daß die Thiere, welche auf diesen Feldern sich ernährt haben, dem Boden nichts gaben, was er nicht vorher besaß. Die Unkrautpflanzen, von denen sie lebten, stammten von diesem Boden, was sie ihm in den Excrementen zurückgaben, mußte jedenfalls weniger betragen, als was sie von ihm empfingen. Durch das Beweiden hat das Feld nichts gewonnen, es hat im Gegentheil von seinen Bestandtheilen verloren.

Als Princip des Feldbaues betrachtet man die Erfahrung, daß sich Weizen nicht mit Weizen verträgt; der Weizen gehört wie der Taback zu den Pflanzen, welche den Boden erschöpfen.

Wenn aber der Humus dem Boden die Fähigkeit geben kann, Getreide zu erzeugen, woher kommt es denn, daß der humusreiche Boden in vielen Gegenden Brasiliens, daß auch in unserm Klima der Weizen in reiner Holzerde nicht gedeiht, daß der Halm keine Stärke erhält und sich frühzeitig umlegt? Es kommt daher, weil die Festigkeit des Halmes von kieselsaurem Kali herrührt, weil das Korn phosphorsaure Bittererde

während welcher Zeit das Alkali dem Boden nicht entzogen wird, kann man wieder auf eine neue Ernte rechnen.

Die ersten Colonisten fanden in Virginien einen Boden von der obenerwähnten Beschaffenheit vor; ohne Dünger erntete man auf einem und demselben Felde, ein ganzes Jahrhundert lang, Weizen oder Taback, und jetzt sieht man ganze Gegenden verlassen und in unfruchtbares Weideland verwandelt, was kein Getreide, keinen Taback mehr, ohne Dünger, hervorbringt. Einem Morgen von diesem Lande wurden aber in 100 Jahren in den Blättern, dem Korn und Stroh über 1200 ℔ Alkali entzogen; er wurde unfruchtbar, weil der aufgeschlossene Boden gänzlich seines Alkali's beraubt war und weil dasjenige, was im Zeitraum von einem Jahre durch den Einfluß der Witterung zur Aufschließung gelangte, nicht hinreichte, um die Bedürfnisse der Pflanze zu befriedigen.

In diesem Zustande befindet sich im Allgemeinen alles Culturland in Europa. Die Brache ist die Zeit der Verwitterung.

Man giebt sich einer unbegreiflichen Täuschung hin, indem man dem Verschwinden des Humusgehaltes in diesem Boden zuschreibt, was eine bloße Folge der Entziehung von Alkalien ist.

Man versetze sich in die Umgebungen Neapels, welche bekannt sind als fruchtbares Getreideland; die Ortschaften und Dörfer liegen 6—8 Stunden entfernt von einander, von Wegen ist in diesen Gegenden keine Rede, noch viel weniger von Dünger; seit Jahrtausenden wird auf diesen Feldern Getreide gezogen, ohne daß dem Boden wiedergegeben wird, was man ihm jährlich nimmt. Wie kann man unter solchen Verhältnissen dem Humus eine Wirkung zuschreiben, die nach tausend Jahren noch bemerkbar ist, dem Humus, von dem man nicht

einmal weiß, ob er je ein Bestandtheil dieses Bodens war.

Die Methode der Cultur, die man in diesen Gegenden anwendet, erklärt diese Verhältnisse vollkommen; es ist in den Augen unserer Landwirthe die schlechteste von allen, für diese Gegenden hingegen die vortheilhafteste, die man wählen kann. Man bebaut nemlich das Feld nur von drei zu drei Jahren, und läßt es in der Zwischenzeit Viehheerden zu einer spärlichen Weide dienen. Während der zweijährigen Brache hat das Feld keine andere Aenderung erlitten, als daß der Boden den Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen ist, eine gewisse Menge der darinn enthaltenen Alkalien ist wieder in den Zustand der Aufschließbarkeit übergegangen.

Man muß erwägen, daß die Thiere, welche auf diesen Feldern sich ernährt haben, dem Boden nichts gaben, was er nicht vorher besaß. Die Unkrautpflanzen, von denen sie lebten, stammten von diesem Boden, was sie ihm in den Excrementen zurückgaben, mußte jedenfalls weniger betragen, als was sie von ihm empfingen. Durch das Beweiden hat das Feld nichts gewonnen, es hat im Gegentheil von seinen Bestandtheilen verloren.

Als Princip des Feldbaues betrachtet man die Erfahrung, daß sich Weizen nicht mit Weizen verträgt; der Weizen gehört wie der Taback zu den Pflanzen, welche den Boden erschöpfen.

Wenn aber der Humus dem Boden die Fähigkeit geben kann, Getreide zu erzeugen, woher kommt es denn, daß der humusreiche Boden in vielen Gegenden Brasiliens, daß auch in unserm Klima der Weizen in reiner Holzerde nicht gedeiht, daß der Halm keine Stärke erhält und sich frühzeitig umlegt? Es kommt daher, weil die Festigkeit des Halmes von kieselsaurem Kali herrührt, weil das Korn phosphorsaure Bittererde

schagen, an dessen Stelle man nichts weiter als die zusammengeflossene Asche des Heues fand.

Das Kali ist aber für die meisten Gewächse nicht die einzige Bedingung ihrer Existenz; es ist darauf hingewiesen worden, daß es in vielen ersetzbar ist durch Kalk, Bittererde und Natron, aber die Alkalien reichen allein nicht hin, um das Leben der Pflanzen zu unterhalten.

In einer jeden bis jetzt untersuchten Pflanzenasche fand man Phosphorsäure, gebunden an Alkalien und alkalische Erden; die meisten Saamen enthalten gewisse Mengen davon, die Saamen der Getreidearten sind reich an Phosphorsäure, sie findet sich darin vereinigt mit Bittererde.

Die Phosphorsäure wird aus dem Boden von der Pflanze aufgenommen, alles culturfähige Land, selbst die Lüneburger Haide, enthält bestimmbare Mengen davon. In allen auf Phosphorsäure untersuchten Mineralwassern hat man gewisse Quantitäten davon entdeckt, wo sie nicht gefunden worden ist, hat man sie nicht aufgesucht. Die der Oberfläche der Erde am nächsten liegenden Schichten von Schwefelbleilagern enthalten krystallisirtes phosphorsaures Bleioxid (Grünbleierz); der Kieselschiefer, welcher große Lager bildet, findet sich an vielen Orten bedeckt mit Krystallen von phosphorsaurer Thonerde (Wawellit); alle Bruchflächen sind damit überzogen. Phosphorsaurer Kalk (Apatit) findet sich selbst in den vulkanischen Bomben des Laacher See's.

Aus dem Boden gelangt die Phosphorsäure in die Saamen, Blätter und Wurzeln der Pflanzen, aus diesen in den Organismus der Thiere, indem sie zur Bildung der Knochen, der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns verwendet wird. Durch Fleischspeisen, Brot, Hülsenfrüchte gelangt bei weitem mehr Phosphor in den Körper, als er bedarf; durch

den Urin und die festen Excremente wird aller Ueberschuß wieder abgeführt.

Man kann sich eine Vorstellung von dem Gehalt von phosphorsaurer Bittererde in dem Getreide machen, wenn man sich erinnert, daß die Steine in dem Blinddarm von Pferden, die sich von Heu und Hafer nähren, aus phosphorsaurer Bittererde und Ammoniak bestehen. Aus dem Mastdarm eines Müllerpferdes in Eberstadt wurden nach seinem Tode 29 Steine genommen, die zusammen über 3 ℔ wogen, und Dr. Fr. Simon beschrieb vor Kurzem einen Stein von einem Fuhrmannspferde, dessen Gewicht 47½ Loth (über 700 Grammen) betrug.

Es ist klar, ohne phosphorsaure Bittererde, welche einen nie fehlenden Bestandtheil der Saamen der Getreidearten ausmacht, wird sich dieser Saame nicht bilden können; er wird nicht zur Reife gelangen.

Außer Kieselsäure, Kali und Phosphorsäure, die unter keinerlei Umständen in den Culturpflanzen fehlen, nehmen die Vegetabilien aus dem Boden noch fremde Stoffe, Salze auf, von denen man voraussetzen darf, daß sie die ebengenannten zum Theil wenigstens in ihren Wirkungen ersetzen; in dieser Form kann man bei manchen Pflanzen Kochsalz, schwefelsaures Kali, Salpeter, Chlorkalium und andere als nothwendige Bestandtheile betrachten.

Der Thonschiefer enthält meistens Einmischungen von Kupferoxid, der Glimmerboden enthält Fluormetalle. Von diesen Bestandtheilen gehen geringe Mengen in den Organismus der Pflanze über, ohne daß sich behaupten läßt, sie seien ihr nothwendig.

In gewissen Fällen scheint das Fluorcalcium den phosphorsauren Kalk in den Knochen und Zähnen vertreten zu können, es läßt sich sonst wenigstens nicht erklären, woher es kommt,

daß die nie fehlende Gegenwart derſelben in den Knochen der antediluvianiſchen Thiere als Mittel dienen kann, um ſie von Knochen aus ſpäteren Perioden zu unterſcheiden; die Schädelknochen von Menſchen aus Pompeji ſind eben ſo reich an Flußſäure wie die der vorweltlichen Thiere. Werden ſie gepulvert in einem verſchließbaren Glasgefäß mit Schwefelſäure übergoſſen, ſo findet ſich dieſes auf der Innenſeite nach 24 Stunden aufs Heftigſte corrodirt (J. L.), während die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten. (Berzelius.)

Beachtenswerth für das Wachsthum der Pflanzen iſt die Erfahrung von de Sauſſure, daß in den verſchiedenen Stadien ihrer Entwickelung die Vegetabilien ungleiche Mengen von den Beſtandtheilen des Bodens bedürfen. Weizenpflanzen lieferten ihm einen Monat vor der Blüthe $^{7}/_{1000}$, in der Blüthe $^{54}/_{1000}$, und mit reifen Saamen nur $^{35}/_{1000}$ Aſche. Man ſieht offenbar, daß ſie dem Boden, von der Blüthe an, einen Theil ſeiner anorganiſchen Beſtandtheile wieder zurückgeben, aber die phosphorſaure Bittererde iſt im Saamen zurückgeblieben.

Die Brache iſt, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortſchreitenden Verwitterung vermittelſt des Einfluſſes der Atmoſphäre überläßt, in der Weiſe, daß eine gewiſſe Quantität Alkali wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es iſt klar, daß die ſorgfältige Bearbeitung des Brachlandes ſeine Verwitterung beſchleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur iſt es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut ſich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeſchloſſene Alkali nicht entzieht.

Unter der Familie der Leguminoſen ſind viele Arten, ausgezeichnet durch ihren geringen Gehalt von Alkalien und Salzen überhaupt; die Bohne der Vicia faba enthält z. B. kein freies Alkali, und an phosphorſaurem Kalk und Bitterde noch kein ganzes Procent (Einhof); die grünen Blätter und Schoten von Pisum sativum enthalten nur $^1/_{1000}$ phosphorſaure Salze, die reifen Erbſen geben im Ganzen nur 1,93 Aſche, darinn 0,29 phosphorſauren Kalk. (Einhof.) Die Bohne von Phaseolus vulgaris enthält nur Spuren von Salzen. (Braconnot.) Der Stamm von Medicago Sativa enthält nur 0,83 p. c., Ervum lens nur 0,57 p. c. phosphorſauren Kalk mit Eiweiß. (Crome.) Der Buchweizen, an der Sonne getrocknet, liefert im Ganzen nur 0,681 p. c. Aſche und darinn nur 0,09 Theile löslicher Salze. (Zenneck.)

Die obenerwähnten Pflanzen gehören zu den ſogenannten Brachfrüchten, in ihrer Zuſammenſetzung liegt der Grund, warum ſie dem Getreide, was nach ihnen gepflanzt wird, nicht ſchaden; ſie entziehen dem Boden keine Alkalien, ſondern nur eine verſchwindende Menge von phosphorſauren Salzen.

Es iſt klar, daß zwei Pflanzen neben einander wachſend ſich gegenſeitig ſchaden, wenn ſie dem Boden einerlei Nahrungsſtoffe entziehen, und es kann nicht auffallend ſein, daß Matricaria Chamomilla, Spartium scoparium das Aufkommen des Getreides hindern, wenn man berückſichtigt, daß beide 7 bis 7,43 p. c. Aſche geben, die $^6/_{10}$ kohlenſaures Kali enthält.

Der Lolch (Treſpe), das Freiſamkraut (Erigeron acre), kommen gleichzeitig mit dem Getreide zur Blüthe und Fruchtbildung; in dem Getreide wachſend werden ſich beide Pflanzen in die Beſtandtheile des Bodens theilen, mit der Stärke der Entwickelung der einen, wird die der andern abnehmen müſſen, was die eine aufnimmt, entgeht der andern.

daß die nie fehlende Gegenwart derſelben in den Knochen der antediluvianiſchen Thiere als Mittel dienen kann, um ſie von Knochen aus ſpäteren Perioden zu unterſcheiden; die Schädelknochen von Menſchen aus Pompeji ſind eben ſo reich an Flußſäure wie die der vorweltlichen Thiere. Werden ſie gepulvert in einem verſchließbaren Glasgefäß mit Schwefelſäure übergoſſen, ſo findet ſich dieſes auf der Innenſeite nach 24 Stunden aufs Heftigſte corrodirt (J. L.), während die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten. (Berzelius.)

Beachtenswerth für das Wachsthum der Pflanzen iſt die Erfahrung von de Sauſſure, daß in den verſchiedenen Stadien ihrer Entwickelung die Vegetabilien ungleiche Mengen von den Beſtandtheilen des Bodens bedürfen. Weizenpflanzen lieferten ihm einen Monat vor der Blüthe $^{7}/_{1000}$, in der Blüthe $^{54}/_{1000}$, und mit reifen Saamen nur $^{35}/_{1000}$ Aſche. Man ſieht offenbar, daß ſie dem Boden, von der Blüthe an, einen Theil ſeiner anorganiſchen Beſtandtheile wieder zurückgeben, aber die phosphorſaure Bittererde iſt im Saamen zurückgeblieben.

Die Brache iſt, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortſchreitenden Verwitterung vermittelſt des Einfluſſes der Atmoſphäre überläßt, in der Weiſe, daß eine gewiſſe Quantität Alkali wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es iſt klar, daß die ſorgfältige Bearbeitung des Brachlandes ſeine Verwitterung beſchleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur iſt es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut ſich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeſchloſſene Alkali nicht entzieht.

Unter der Familie der Leguminoſen ſind viele Arten, ausgezeichnet durch ihren geringen Gehalt von Alkalien und Salzen überhaupt; die Bohne der Vicia faba enthält z. B. kein freies Alkali, und an phosphorſaurem Kalk und Bitterde noch kein ganzes Procent (Einhof); die grünen Blätter und Schoten von Pisum sativum enthalten nur $^1/_{1000}$ phosphorſaure Salze, die reifen Erbſen geben im Ganzen nur 1,93 Aſche, darinn 0,29 phosphorſauren Kalk. (Einhof.) Die Bohne von Phaseolus vulgaris enthält nur Spuren von Salzen. (Braconnot.) Der Stamm von Medicago Sativa enthält nur 0,83 p. c., Ervum lens nur 0,57 p. c. phosphorſauren Kalk mit Eiweiß. (Crome.) Der Buchweizen, an der Sonne getrocknet, liefert im Ganzen nur 0,681 p. c. Aſche und darinn nur 0,09 Theile löslicher Salze. (Zenneck.)

Die obenerwähnten Pflanzen gehören zu den ſogenannten Brachfrüchten, in ihrer Zuſammenſetzung liegt der Grund, warum ſie dem Getreide, was nach ihnen gepflanzt wird, nicht ſchaden; ſie entziehen dem Boden keine Alkalien, ſondern nur eine verſchwindende Menge von phosphorſauren Salzen.

Es iſt klar, daß zwei Pflanzen neben einander wachſend ſich gegenſeitig ſchaden, wenn ſie dem Boden einerlei Nahrungsſtoffe entziehen, und es kann nicht auffallend ſein, daß Matricaria Chamomilla, Spartium scoparium das Aufkommen des Getreides hindern, wenn man berückſichtigt, daß beide 7 bis 7,43 p. c. Aſche geben, die $^1/_{10}$ kohlenſaures Kali enthält.

Der Lolch (Treſpe), das Freiſamkraut (Erigeron acre), kommen gleichzeitig mit dem Getreide zur Blüthe und Fruchtbildung; in dem Getreide wachſend werden ſich beide Pflanzen in die Beſtandtheile des Bodens theilen, mit der Stärke der Entwickelung der einen, wird die der andern abnehmen müſſen, was die eine aufnimmt, entgeht der andern.

Zwei Pflanzen werden neben einander oder hinter einander gedeihen, wenn sie aus dem Boden verschiedenartige Materien zu ihrer Ausbildung nöthig haben, oder wenn die Stadien ihres Wachsthums, die Blüthe und Fruchtbildung weit auseinander liegen.

Auf einem an Kali reichen Boden kann man mit Vortheil Weizen nach Taback bauen, denn der Taback bedarf keiner phosphorsauren Salze, die dem Weizen nicht fehlen dürfen; diese Pflanze hat nur Alkalien und stickstoffreiche Nahrungsmittel nöthig.

Nach der Analyse von Posselt und Reimann enthalten 1000 Theile Tabacksblätter 16 Theile phosphorsauren Kalk, 8,8 Kieselerde und keine Bittererde, während die gleiche Menge Weizenstroh 47,3 Theile, und die nemliche Quantität Weizenkörner 99,45 Theile phosphorsaure Salze enthält. (Saussure.)

Nehmen wir an, daß die Weizenkörner halb so viel wiegen als das Stroh, so verhalten sich die phosphorsauren Salze, welche vom Weizen und Taback von gleichen Gewichten derselben entzogen werden wie 97,7 : 16. Dieß ist ein höchst bedeutender Unterschied. Die Wurzeln des Tabacks nehmen so gut wie die des Weizens die in dem Boden enthaltenen phosphorsauren Salze auf, allein der erstere giebt sie ihm wieder zurück, weil sie zu seiner Ausbildung nicht wesentlich nothwendig sind.

Die Wechſelwirthſchaft und der Dünger.

Man hat ſeit Langem ſchon die Erfahrung gemacht, daß einjährige Culturgewächſe, auf einem und demſelben Boden hintereinander folgend, in ihrem Wachsthum zurückbleiben, daß ihr Ertrag an Frucht oder Kraut abnimmt, daß trotz des Verluſtes an Zeit eine größere Menge Getreide geerntet wird, wenn man das Feld ein Jahr lang unbebaut liegen läßt. Nach dieſer Zeit ſogenannter Ruhe erhält der Boden zum großen Theil ſeine urſprüngliche Fruchtbarkeit wieder.

Man hat ferner beobachtet, daß gewiſſe Pflanzen, wie Erbſen, Klee, Lein, auf einem und demſelben Felde erſt nach einer Reihe von Jahren wieder gedeihen, daß andere, wie Hanf, Taback, Topinambur, Rocken, Hafer, bei gehöriger Düngung hintereinander gebaut werden können; man hat gefunden, daß manche den Boden verbeſſern, andere ihn ſchonen, und die letzte und häufigſte Klaſſe den Boden angreifen oder erſchöpfen. Zu dieſen gehören die Brachrüben, Kopfkohl, Runkelrüben, Dinckel, Sommer- und Wintergerſte, Rocken und Hafer; man rechnet ſie zu den angreifenden; Weizen, Hopfen, Krapp, Stoppelrüben, Raps, Hanf, Mohn, Karden, Lein, Paſtel, Wau, Süßholz betrachtet man als erſchöpfende.

Die Excremente von Thieren und Menſchen ſind ſeit den älteſten Zeiten als Mittel angeſehen worden, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu ſteigern. Es iſt eine durch zahlloſe Erfahrungen feſtgeſtellte Wahrheit, daß ſie dem Boden gewiſſe

Bestandtheile wiedergeben, welche ihm in der Form von Wurzeln, von Kraut oder Frucht genommen wurden.

Aber auch bei der reichlichsten Düngung mit diesen Materien hat man die Erfahrung gemacht, daß die Ernte nicht immer mit der Düngung im Verhältniß steht, daß der Ertrag vieler Pflanzen, trotz dem scheinbaren Ersatz durch Dünger, abnimmt, wenn sie mehrere Jahre hinter einander auf dem nemlichen Felde gebaut wird.

Auf der andern Seite machte man die Beobachtung, daß ein Feld, was unfruchtbar für eine gewisse Pflanzengattung war, deßhalb nicht aufgehört hatte, fruchtbar für eine andere zu sein, und hieraus hat sich denn in einer Reihe von Jahren ein System der Feldwirthschaft entwickelt, dessen Hauptaufgabe es ist, einen möglichst hohen Ertrag mit dem kleinsten Aufwand von Dünger zu erzielen.

Es ging aus diesen Erfahrungen zusammengenommen hervor, daß die Pflanzen verschiedenartige Bestandtheile des Bodens zu ihrem Wachsthum bedürfen, und sehr bald sah man ein, daß die Mannigfaltigkeit der Cultur so gut wie die Ruhe (Brache) die Fruchtbarkeit des Bodens erhalte. Es war offenbar, daß alle Pflanzen dem Boden in verschiedenen Verhältnissen gewisse Materien zurückgeben mußten, die zur Nahrung einer folgenden Generation verwendet werden konnten.

Von chemischen Principien, gestützt auf die Kenntniß der Materien, welche die Pflanzen dem Boden entziehen, und was ihm in dem Dünger zurückgegeben wird, ist bis jetzt in der Agricultur keine Rede gewesen. Ihre Ausmittelung ist die Aufgabe einer künftigen Generation, denn was kann von der gegenwärtigen erwartet werden, welche mit einer Art von Scheu und Mißtrauen alle Hülfsmittel zurückweist, die ihr von der Chemie dargeboten werden, welche die Kunst nicht

kennt, die Entdeckungen der Chemie auf eine rationelle Weise zur Anwendung zu bringen. Eine kommende Generation wird aus diesen Hülfsmitteln unberechenbare Vortheile ziehen.

Unter allen Vorstellungen, die man sich über die Ursache der Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels geschaffen hat, verdient die Theorie des Herrn de Candolle als die einzige genannt zu werden, welche eine feste Grundlage besitzt.

De Candolle nimmt an, daß die Wurzeln der Pflanzen, indem sie jede Art von löslichen Materien aufsaugen, unter diesen eine Menge Substanzen in ihre Masse aufnehmen, welche unfähig zu ihrer Nahrung sind. Diese Materien werden durch die Wurzeln wieder abgeschieden, und kehren als Excremente in den Boden zurück.

Als Excremente können sie von derselben Pflanze zu ihrer Assimilation nicht verwendet werden, und je mehr der Boden von diesen Stoffen enthält, desto unfruchtbarer muß er für die nemliche Pflanze werden.

Diese Materien können aber, nach de Candolle, von einer zweiten Pflanzengattung assimilirbar sein; indem sie einer andern Pflanze zur Nahrung dienen, wird diese den Boden von diesen Excrementen befreien und damit ihn wieder für die erste Pflanze fruchtbar machen, wenn sie selbst durch ihre Wurzeln Stoffe absondert, die der ersteren zur Nahrung dienen, so wird der Boden dadurch auf doppelte Weise gewinnen.

Eine Menge Erfahrungen scheinen von vorne herein dieser Ansicht einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben. Jeder Gärtner weiß, daß man an der Stelle eines Fruchtbaums keinen zweiten derselben Art zum Wachsen bringt, oder erst nach einer gewissen Reihe von Jahren. Bei den Ausrotten von Weinbergen geht einer neuen Bepflanzung mit Weinstö-

stöcken stets die mehrjährige Bebauung des Bodens mit andern Culturgewächsen voraus.

Man hat damit die Erfahrung in Verbindung gebracht, daß manche Pflanzen aufs beste nebeneinander gedeihen, daß sich hingegen andere gegenseitig in ihrer Entwickelung hindern. Man folgerte daraus, daß die Begünstigung in einer Art von gegenseitiger Ernährung, und umgekehrt die Hinderung des Wachsthums auf einer Art von Vergiftung durch die Excremente beruhe.

Eine Reihe directer Versuche von Macaire-Princep, durch welche die Fähigkeit vieler Pflanzen, durch ihre Wurzeln extractartige Materien abzusondern, auf eine evidente Weise bewiesen und außer allem Zweifel gestellt wurde, gaben dieser Theorie ein großes Gewicht; er fand, daß die Excretionen reichlicher waren bei Nacht als am Tage (?), daß das Wasser, worinn er Pflanzen aus der Familie der Leguminosen hatte vegetiren lassen, sich braun färbte; Pflanzen derselben Art, die er in diesem mit Excrementen angeschwängerten Wasser vegetiren ließ, blieben in ihrem Wachsthum zurück und welkten ziemlich schnell; Getreidepflanzen hingegen wuchsen darinn fort, und es war eine bemerkbare Abnahme der Farbe der Flüssigkeit damit wahrnehmbar, so daß es schien, als ob in der That eine gewisse Menge der Excremente der Leguminosen in die Getreidepflanzen übergegangen sei.

Als Resultat dieser Versuche stellte sich heraus, daß die Beschaffenheit und die Eigenschaften der Excremente verschiedenartiger Pflanzengattungen von einander abweichen; die einen sondern scharfe und harzartige, die anderen milde (douce) und gummiähnliche Stoffe aus, die ersteren können nach Macaire-Princep als Gifte, die anderen als Nahrungsmittel angesehen werden.

Diese Versuche sind positive Beweise, daß die Wurzeln, man kann sagen aller Pflanzen, Materien absondern, die in ihrem Organismus weder in Holzfaser noch in Stärke, vegetabilisches Eiweiß, Kleber ꝛc. verwandelt werden konnten, denn ihre Ausscheidung setzt voraus, daß sie hierzu völlig unfähig sind; aber sie können nicht als Bestätigungen der Theorie des Herrn de Candolle angesehen werden, denn sie lassen völlig unentschieden, ob die Stoffe aus dem Boden stammen, oder ob sie durch den Lebensproceß der Pflanze gebildet worden sind.

Es ist sicher, daß die gummigen (gommeux) und harzigen Excremente, welche Macaire-Princep beobachtete, nicht in dem Boden enthalten waren, und da der Boden an Kohlenstoff durch die Cultur nicht ärmer wird, sondern im Gegentheile sich noch verbessert, so muß man hieraus schließen, daß alle Excremente, welche Kohlenstoff enthalten, von den Nahrungsmitteln herrühren, welche die Pflanze aus der Luft aufnimmt. Es sind dieß Verbindungen, die in Folge der Metamorphose der Nahrungsmittel, in Folge der neuen Formen, gebildet werden, die sie annehmen, wenn sie zu Bestandtheilen des Organismus werden.

Die Ansicht des Herrn de Candolle ist eigentlich eine Art von Erläuterung einer frühern Theorie der Wechselwirthschaft, welche voraussetzt, daß die Wurzeln verschiedener Pflanzen verschiedene Nahrungsmittel dem Boden entziehen, jede Pflanze eine Materie von besonderer Beschaffenheit, die sich gerade zu ihrer Assimilation eignet. Die ältere Ansicht setzt voraus, daß die nicht assimilirbaren Stoffe dem Boden nicht entzogen, die Ansicht des Hrn. de Candolle, daß sie ihm in der Form von Excrementen wieder zurückgegeben werden.

Nach beiden erklärt sich, woher es kommt, daß man nach Getreide kein Getreide, nach Erbsen keine Erbsen ꝛc. mit Vor-

in den Ansichten de Candolle's und Macaire Princep's entnehmen können. Die Stoffe, welche der erstere mit Excrementen bezeichnet, gehörten dem Boden an, es sind unverdaute Nahrungsmittel, welche die eine Pflanze verwenden kann, während sie einer andern entbehrlich sind. Die Materien hingegen, welche Macaire-Princep mit Excrementen bezeichnet, sie können nur in einer einzigen Form zur Nahrung der Vegetabilien dienen.

Es ist wohl kaum nöthig daran zu erinnern, daß diese Excremente im zweiten Jahr ihre Beschaffenheit geändert haben müssen; in dem ersten ist der Boden damit angeschwängert worden, während des Herbstes und Winters gehen sie durch die Einwirkung des Wassers und der Luft einer Veränderung entgegen, sie werden in Fäulniß und durch häufige Berührung mit der Luft, durch Umackern, in Verwesung übergeführt. Mit dem Beginn des Frühlings sind sie ganz oder zum Theil in eine Materie übergegangen, welche den Humus ersetzt, in eine Substanz, die sich in einem fortdauernden Zustand der Kohlensäure-Entwickelung befindet.

Die Schnelligkeit dieser Verwesung hängt von den Bestandtheilen des Bodens, von seiner mehr oder weniger porösen Beschaffenheit ab. In einem an Kalk reichen Boden erhöht die Berührung mit diesem alkalischen Bestandtheile die Fähigkeit der organischen Excremente, Sauerstoff anzuziehen und zu verwesen, sie wird durch die meistens porösere Beschaffenheit dieser Bodenart, welche der Luft freien Zutritt gestattet, ausnehmend beschleunigt. In schwererem Thon- oder Lehmboden erfordert sie längere Zeit.

In dem einen Boden wird man die nämliche Pflanze nach dem 2ten Jahre, in andern Bodenarten nach dem 5ten oder 9ten Jahre mit Vortheil wieder bauen können, weil die Ver-

wandlung und Zerstörung der auf ihre Entwickelung schädlich einwirkenden Excremente, in dem einen Fall, schon in dem 2ten und im andern erst im 9ten Jahre vollendet ist.

In der einen Gegend geräth der Klee auf dem nämlichen Felde erst im 6ten, in andern erst im 12ten, der Lein im 3ten und 2ten Jahre wieder. Alles dieses hängt von der chemischen Beschaffenheit des Bodens ab, denn in den Gegenden, wo die Zeit der Cultur einer und der nämlichen Pflanze, weit auseinander gelegt werden muß, wenn sie mit Vortheil gebaut werden sollen, hat man die Erfahrung gemacht, daß selbst bei Anwendung von reichlichem Dünger diese Zeit nicht verkürzt werden kann, eben weil die Zerstörung ihrer eigenen Excremente einer neuen Cultur vorangehen muß.

Lein, Erbsen, Klee, selbst Kartoffeln gehören zu denjenigen Pflanzen, deren Excremente auf Thonboden die längste Zeit zu ihrer Humifizirung bedürfen, aber es ist klar, daß die Anwendung von Alkalien, von selbst kleinen Mengen unausgelaugter Asche, gebranntem Kalke das Feld in bei weitem kürzerer Zeit wieder in den Stand setzen muß, den Anbau der nämlichen Pflanze wieder zu gestatten.

Der Boden erlangt in der Brache einen Theil seiner früheren Fruchtbarkeit schon dadurch wieder, weil in der Zeit der Brache, neben der fortschreitenden Verwitterung, die Zerstörung oder Humifizirung der darinn enthaltenen Excremente erfolgt.

Eine Ueberschwemmung ersetzt die Brache in kalireichem Boden in der Nähe des Rheins, des Nils, wo man ohne Nachtheil auf denselben Aeckern hintereinander Getreide baut. Eben so vertritt das Wässern der Wiesen die Wirkung der Brache; das an Sauerstoff so reiche Wasser der Bäche und Flüsse bewirkt, indem es sich unaufhörlich erneuert und alle Theile des Bodens durchdringt, die schnellste und vollständigste

Verweſung der angehäuften Excremente. Wäre es das Waſſer allein, was der Boden aufnimmt, ſo würden ſumpfige Wieſen die fruchtbarſten ſein.

Es ergiebt ſich aus dem Vorhergehenden, daß die Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechſels auf zwei Urſachen beruht.

In einem fruchtbaren Boden muß eine Pflanze alle zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen anorganiſchen Beſtandtheile in hinreichender Menge und in einem Zuſtande vorfinden, welcher der Pflanze ihre Aufnahme geſtattet.

Alle Pflanzen bedürfen der Alkalien, die eine Pflanze, wie die Gramineen, in der Form von kieſelſauren, die andere in der Form von weinſauren, citronenſauren, eſſigſauren, kleeſauren ꝛc. Salzen.

Enthalten ſie das Alkali an Kieſelſäure gebunden, ſo geben ſie beim Verbrennen eine Aſche, welche mit Säuren keine Kohlenſäure entwickelt, ſind die Alkalien mit organiſchen Säuren vereinigt geweſen, ſo brauſ't ihre Aſche mit Säuren auf.

Eine dritte Pflanzengattung bedarf des phosphorſauren Kalks, eine andere der phosphorſauren Bittererde, manche können ohne kohlenſauren Kalk nicht gedeihen.

Die Kieſelſäure iſt die erſte feſte Subſtanz, welche in die Pflanze gelangt, ſie ſcheint die Materie zu ſein, von der aus die Holzbildung ihren Anfang nimmt, und ähnlich zu wirken, wie ein Stäubchen, an das ſich in einer kryſtalliſirenden Salzlöſung die erſten Kryſtalle bilden. Aehnlich wie die Holzfaſer bei vielen Lichenen durch ein kriſtalliſirbares Salz, durch kleeſauren Kalk ſich vertreten findet, nimmt die Kieſelerde bei den Equiſetaceen und dem Bambus die Form und Funktion des Holzkörpers an.

Bepflanzen wir nun einen Boden mehrere Jahre hintereinander mit verſchiedenen Gewächſen, von welchen die erſte

in dem Boden die anorganischen Bestandtheile zurückläßt, welche die zweite, diese wieder, was die dritte bedarf, so wird er für diese drei Pflanzengattungen fruchtbar sein.

Wenn nun die erste Pflanze z. B. Weizen ist, welcher die größte Menge kieselsaures Kali consumirt, während die auf ihn folgenden Pflanzen nur geringe Mengen Kali dem Boden entziehen, wie Leguminosen, Hackfrüchte ꝛc., so wird man nach dem vierten Jahre wieder Weizen mit Vortheil bauen können, denn während dreier Jahre ist der Boden durch die Verwitterung wieder fähig geworden, kieselsaures Kali in hinreichender Menge an die jungen Pflanzen abzugeben.

Für die andern anorganischen Bestandtheile muß für verschiedene Pflanzen, wenn sie hinter einander gedeihen sollen, ein ähnliches Verhältniß berücksichtigt werden.

Eine Aufeinanderfolge von Gewächsen, welche dem Boden einerlei Bestandtheile entziehen, muß im Allgemeinen ihn nach und nach völlig unfruchtbar für diese Pflanzen machen.

Eine jede dieser Pflanzen hat während ihres Wachsthums eine gewisse Menge kohlenstoffreicher Materien an den Boden zurückgegeben, welche nach und nach in Humus übergingen, die meisten so viel Kohlenstoff, als sie in der Form von Kohlensäure von dem Boden empfingen; allein, wenn auch dieser Gehalt in der Periode des Wachsthums für manche Pflanzen ausreicht, um sie zur vollendeten Entwickelung zu bringen, so ist er dennoch nicht hinreichend, um gewisse Theile ihrer Organe derselben, Saamen und Wurzeln, mit einem Maximum von Nahrung zu versehen. Die Pflanze dient in der Agricultur als Mittel, um Gegenstände des Handels oder Nahrungsmittel für Thiere und Menschen zu produciren, aber ein Maximum am Ertrag steht genau im Verhältniß zu der Menge

Verwesung der angehäuften Excremente. Wäre es das Wasser allein, was der Boden aufnimmt, so würden sumpfige Wiesen die fruchtbarsten sein.

Es ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, daß die Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels auf zwei Ursachen beruht.

In einem fruchtbaren Boden muß eine Pflanze alle zu ihrer Entwickelung unentbehrlichen anorganischen Bestandtheile in hinreichender Menge und in einem Zustande vorfinden, welcher der Pflanze ihre Aufnahme gestattet.

Alle Pflanzen bedürfen der Alkalien, die eine Pflanze, wie die Gramineen, in der Form von kieselsauren, die andere in der Form von weinsauren, citronensauren, essigsauren, kleesauren ꝛc. Salzen.

Enthalten sie das Alkali an Kieselsäure gebunden, so geben sie beim Verbrennen eine Asche, welche mit Säuren keine Kohlensäure entwickelt, sind die Alkalien mit organischen Säuren vereinigt gewesen, so braus't ihre Asche mit Säuren auf.

Eine dritte Pflanzengattung bedarf des phosphorsauren Kalks, eine andere der phosphorsauren Bittererde, manche können ohne kohlensauren Kalk nicht gedeihen.

Die Kieselsäure ist die erste feste Substanz, welche in die Pflanze gelangt, sie scheint die Materie zu sein, von der aus die Holzbildung ihren Anfang nimmt, und ähnlich zu wirken, wie ein Stäubchen, an das sich in einer krystallisirenden Salzlösung die ersten Krystalle bilden. Aehnlich wie die Holzfaser bei vielen Lichenen durch ein kristallisirbares Salz, durch kleesauren Kalk sich vertreten findet, nimmt die Kieselerde bei den Equisetaceen und dem Bambus die Form und Funktion des Holzkörpers an.

Bepflanzen wir nun einen Boden mehrere Jahre hintereinander mit verschiedenen Gewächsen, von welchen die erste

in dem Boden die anorganischen Bestandtheile zurückläßt, welche die zweite, diese wieder, was die dritte bedarf, so wird er für diese drei Pflanzengattungen fruchtbar sein.

Wenn nun die erste Pflanze z. B. Weizen ist, welcher die größte Menge kieselsaures Kali consumirt, während die auf ihn folgenden Pflanzen nur geringe Mengen Kali dem Boden entziehen, wie Leguminosen, Hackfrüchte ꝛc., so wird man nach dem vierten Jahre wieder Weizen mit Vortheil bauen können, denn während dreier Jahre ist der Boden durch die Verwitterung wieder fähig geworden, kieselsaures Kali in hinreichender Menge an die jungen Pflanzen abzugeben.

Für die andern anorganischen Bestandtheile muß für verschiedene Pflanzen, wenn sie hinter einander gedeihen sollen, ein ähnliches Verhältniß berücksichtigt werden.

Eine Aufeinanderfolge von Gewächsen, welche dem Boden einerlei Bestandtheile entziehen, muß im Allgemeinen ihn nach und nach völlig unfruchtbar für diese Pflanzen machen.

Eine jede dieser Pflanzen hat während ihres Wachsthums eine gewisse Menge kohlenstoffreicher Materien an den Boden zurückgegeben, welche nach und nach in Humus übergingen, die meisten so viel Kohlenstoff, als sie in der Form von Kohlensäure von dem Boden empfingen; allein, wenn auch dieser Gehalt in der Periode des Wachsthums für manche Pflanzen ausreicht, um sie zur vollendeten Entwickelung zu bringen, so ist er dennoch nicht hinreichend, um gewisse Theile ihrer Organe derselben, Saamen und Wurzeln, mit einem Maximum von Nahrung zu versehen. Die Pflanze dient in der Agricultur als Mittel, um Gegenstände des Handels oder Nahrungsmittel für Thiere und Menschen zu produciren, aber ein Maximum am Ertrag steht genau im Verhältniß zu der Menge

welche wie Raps und Lein vorzugsweise des Humus bedürfen von unschätzbarem Werthe.

Die Ursachen der Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels, die eigentlichen Principien der Wechselwirthschaft, beruhen hiernach auf einer künstlichen Humuserzeugung und auf der Bebauung des Feldes mit verschiedenartigen Pflanzen, die in einer solchen Ordnung auf einander folgen, daß eine jede nur gewisse Bestandtheile entzieht, während sie andere zurückläßt oder wiedergiebt, die eine zweite und dritte Pflanzengattung zu ihrer Ausbildung und Entwickelung bedürfen.

Wenn nun auch der Humusgehalt eines Bodens durch zweckmäßige Cultur in einem gewissen Grade beständig gesteigert werden kann, so erleidet es demungeachtet nicht den kleinsten Zweifel, daß der Boden an den besonderen Bestandtheilen immer ärmer werden muß, die in den Saamen, Wurzeln und Blättern, welche wir hinweggenommen haben, enthalten waren.

Nur in dem Fall wird die Fruchtbarkeit des Bodens sich unverändert erhalten, wenn wir ihnen alle diese Substanzen wieder zuführen und ersetzen.

Dieß geschieht durch den Dünger.

Wenn man erwägt, daß ein jeder Bestandtheil des Körpers der Thiere und Menschen, von den Pflanzen stammt, daß kein Element davon durch den Lebensproceß gebildet werden kann, so ist klar, daß alle anorganischen Bestandtheile der Thiere und Menschen, in irgend einer Beziehung, als Dünger betrachtet werden müssen.

Während ihres Lebens werden die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen, welche der animalische Organismus nicht bedurfte, in der Form von Excrementen wieder ausgestoßen, nach ihrem Tode geht der Stickstoff, der Kohlenstoff in den

Processen der Fäulniß und Verwesung als Ammoniak und Kohlensäure wieder in die Atmosphäre über; es bleibt zuletzt nichts weiter als die anorganischen Materien, der phosphorsaure Kalk und andere Salze in den Knochen zurück.

Eine rationelle Agricultur muß diesen erdigen Rückstand, so gut wie die Excremente, als kräftigen Dünger für gewisse Pflanzen betrachten, der dem Boden, von dem er in einer Reihe von Jahren entnommen worden ist, wiedergegeben werden muß, wenn seine Fruchtbarkeit nicht abnehmen soll.

Sind nun, kann man fragen, die Excremente der Thiere, welche als Dünger dienen, alle von einerlei Beschaffenheit, besitzen sie einerlei Fähigkeit, das Wachsthum der Pflanzen zu befördern, ist ihre Wirkungsweise in allen Fällen die nämliche?

Diese Fragen sind durch die Betrachtung der Zusammensetzung der Excremente leicht zu lösen, denn durch die Kenntniß derselben erfahren wir, was denn eigentlich der Boden durch sie wieder empfängt.

Nach der gewöhnlichen Ansicht über die Wirkung der festen thierischen Excremente, beruht sie auf den verwesbaren organischen Substanzen, welche den Humus ersetzen, und auf ihrem Gehalte an stickstoffreichen Stoffen, denen man die Fähigkeit zuschreibt, von der Pflanze assimilirt und in Kleber und die anderen stickstoffhaltigen Bestandtheile verwendet zu werden.

Diese Ansicht entbehrt, in Beziehung auf den Stickstoffgehalt des Kothes der Thiere, einer jeden Begründung.

Diese Excremente enthalten nemlich so wenig Stickstoff, daß ihr Gehalt davon nicht in Rechnung genommen werden kann; sie können durch ihren Stickstoffgehalt unmöglich eine Wirkung auf die Vegetation ausüben.

Ohne weitere Untersuchung wird man sich eine klare Vor-

stellung über ihre chemische Beschaffenheit, in Hinsicht auf ihren Stickstoffgehalt machen können, wenn man die Excremente eines Hundes mit seiner Nahrung vergleicht. Wir geben dem Hunde Fleisch und Knochen, beide sind reich an organischen stickstoffhaltigen Substanzen, und wir erhalten als das Resultat ihrer Verdauung ein völlig weißes, mit Feuchtigkeit durchdrungenes Excrement, was in der Luft zu einem trockenen Pulver zerfällt und was, außer dem phosphorsauren Kalk der Knochen, kaum $^1/_{100}$ einer fremden orgaanischen Substanz enthält.

Der ganze Ernährungsproceß im Thier, ist eine fortschreitende Entziehung des Stickstoffs aller zugeführten Nahrungsmittel; was sie in irgend einer Form als Excremente von sich geben, muß, in Summa, weniger Stickstoff als das Futter oder die Speise enthalten.

Einen directen Beleg hierzu liefern uns die Analysen des Pferdemistes von Macaire und Marcet; er war frisch gesammelt und unter der Luftpumpe über Schwefelsäure aller Feuchtigkeit beraubt worden. 100 Theile davon (entsprechend im frischen Zustande 350—400 Theilen) enthielten 0,8 Stickstoff. Jedermann, welcher einige Erfahrung in dieser Art von Bestimmungen hat, weiß, daß ein Gehalt, der unter einem Procent beträgt, nicht mehr mit Genauigkeit bestimmbar ist. Man nimmt immer noch ein Maximum an, wenn man ihn auf die Hälfte herabsetzt. Ganz frei an Stickstoff sind übrigens die Excremente des Pferdes nicht; denn sie entwickeln, mit Kali geschmolzen, geringe Quantitäten Ammoniak.

Die Excremente der Kuh geben beim Verbrennen mit Kupferoxid ein Gas, was auf 30 bis 26 Volumen Kohlensäure, 1 Volumen Stickgas enthielt.

100 Theile frischer Excremente enthielten:

Stickstoff	0,506
Kohlenstoff	6,204
Wasserstoff	0,824
Sauerstoff	4,818
Asche	1,748
Wasser	85,900
	100,000

Wenn wir nun annehmen, daß das Heu, nach Boussingault's Analysen, welche das meiste Vertrauen verdienen, ein p. c. Stickstoff enthält, so wird eine Kuh in 25 ℔ Heu, was sie täglich zu sich nimmt, ¼ ℔ Stickstoff zu ihrer Nahrung assimilirt haben. Diese Stickstoffmenge würde, in Muskelfaser verwandelt, 8,3 ℔ Fleisch in seinem natürlichen Zustande gegeben haben *).

Die Zunahme an Masse beträgt täglich bei weitem weniger als dieß Gewicht und wir finden in der That im Harn und in der Milch den Stickstoff, der hier zu fehlen scheint. Die milchgebende Kuh giebt weniger und einen an Stickstoff ärmeren Harn, als im gewöhnlichen Zustande; so lange sie reichlich Milch giebt, kann sie nicht gemästet werden.

Es sind mithin die flüssigen Excremente, in denen wir den nicht assimilirten Stickstoff zu suchen haben; wenn die festen auf die Vegetabilien überhaupt von Einfluß sind, so beruht er nicht auf ihrem Stickstoffgehalt; ein dem trocknen Koth gleiches Heu, müßte sonst dieselbe Wirkung äußern d. h. 20 — 25 ℔ Heu müßten, in das Feld gebracht, soviel wirken, als 100 ℔

*) 100 ℔ frisches Fleisch enthalten durchschnittlich 15,86 Muskelfaser; in 100 Theilen der letzteren sind 18 Theile Stickstoff.

stellung über ihre chemische Beschaffenheit, in Hinsicht auf ihren Stickstoffgehalt machen können, wenn man die Excremente eines Hundes mit seiner Nahrung vergleicht. Wir geben dem Hunde Fleisch und Knochen, beide sind reich an organischen stickstoffhaltigen Substanzen, und wir erhalten als das Resultat ihrer Verdauung ein völlig weißes, mit Feuchtigkeit durchdrungenes Excrement, was in der Luft zu einem trockenen Pulver zerfällt und was, außer dem phosphorsauren Kalk der Knochen, kaum $^1/_{100}$ einer fremden orgaanischen Substanz enthält.

Der ganze Ernährungsproceß im Thier, ist eine fortschreitende Entziehung des Stickstoffs aller zugeführten Nahrungsmittel; was sie in irgend einer Form als Excremente von sich geben, muß, in Summa, weniger Stickstoff als das Futter oder die Speise enthalten.

Einen directen Beleg hierzu liefern uns die Analysen des Pferdemistes von Macaire und Marcet; er war frisch gesammelt und unter der Luftpumpe über Schwefelsäure aller Feuchtigkeit beraubt worden. 100 Theile davon (entsprechend im frischen Zustande 350—400 Theilen) enthielten 0,8 Stickstoff. Jedermann, welcher einige Erfahrung in dieser Art von Bestimmungen hat, weiß, daß ein Gehalt, der unter einem Procent beträgt, nicht mehr mit Genauigkeit bestimmbar ist. Man nimmt immer noch ein Maximum an, wenn man ihn auf die Hälfte herabsetzt. Ganz frei an Stickstoff sind übrigens die Excremente des Pferdes nicht; denn sie entwickeln, mit Kali geschmolzen, geringe Quantitäten Ammoniak.

Die Excremente der Kuh geben beim Verbrennen mit Kupferoxid ein Gas, was auf 30 bis 26 Volumen Kohlensäure, 1 Volumen Stickgas enthielt.

100 Theile frischer Excremente enthielten:

Stickstoff	0,506
Kohlenstoff	6,204
Wasserstoff	0,824
Sauerstoff	4,818
Asche	1,748
Wasser	85,900
	100,000

Wenn wir nun annehmen, daß das Heu, nach Bouſſingault's Analyſen, welche das meiſte Vertrauen verdienen, ein p. c. Stickſtoff enthält, ſo wird eine Kuh in 25 ℔ Heu, was ſie täglich zu ſich nimmt, ¼ ℔ Stickſtoff zu ihrer Nahrung aſſimilirt haben. Dieſe Stickſtoffmenge würde, in Muskelfaſer verwandelt, 8,3 ℔ Fleiſch in ſeinem natürlichen Zuſtande gegeben haben *).

Die Zunahme an Maſſe beträgt täglich bei weitem weniger als dieß Gewicht und wir finden in der That im Harn und in der Milch den Stickſtoff, der hier zu fehlen ſcheint. Die milchgebende Kuh giebt weniger und einen an Stickſtoff ärmeren Harn, als im gewöhnlichen Zuſtande; ſo lange ſie reichlich Milch giebt, kann ſie nicht gemäſtet werden.

Es ſind mithin die flüſſigen Excremente, in denen wir den nicht aſſimilirten Stickſtoff zu ſuchen haben; wenn die feſten auf die Vegetabilien überhaupt von Einfluß ſind, ſo beruht er nicht auf ihrem Stickſtoffgehalt; ein dem trocknen Koth gleiches Heu, müßte ſonſt dieſelbe Wirkung äußern d. h. 20 — 25 ℔ Heu müßten, in das Feld gebracht, ſoviel wirken, als 100 ℔

*) 100 ℔ friſches Fleiſch enthalten durchſchnittlich 15,86 Muskelfaſer; in 100 Theilen der letzteren ſind 18 Theile Stickſtoff.

beträgt, was man als Kraut, Stroh und Frucht hinwegnimmt, daß das Regenwaſſer in einem Zeitraume von 6 bis 12 Jahren in der Kohlenſäure bei weitem mehr Kohlenſtoff zuführt, als dieſer Dünger, ſo wird man ſeinen Einfluß nicht ſehr hoch anſchlagen können.

Es bleibt demnach die eigentliche Wirkung der feſten Excremente auf die anorganiſchen Materien beſchränkt, welche dem Boden wiedergegeben werden, nachdem ſie ihm in der Form von Getreide, von Wurzelgewächſen, von grünem und trocknem Futter genommen worden waren.

In dem Kuhdünger, den Excrementen der Schafe geben wir dem Getreideland kieſelſaures Kali und phosphorſaure Salze, in den menſchlichen Excrementen phosphorſauren Kalk und Bittererde, in den Excrementen der Pferde phosphorſaure Bittererde und kieſelſaures Kali.

In dem Stroh, was als Streu gedient hat, bringen wir eine neue Quantität von kieſelſaurem Kali und phosphorſaure Salze hinzu, wenn es verweſt iſt, bleiben dieſe genau in dem von der Pflanze aſſimilirbaren Zuſtande im Boden.

Wie man leicht bemerkt, ändert ſich bei ſorgfältiger Vertheilung und Sammlung des Düngers die Beſchaffenheit des Feldes nur wenig; ein Verluſt einer gewiſſen Menge phosphorſaurer Salze iſt demungeachtet unvermeidlich, denn wir führen jedes Jahr in dem Getreide und gemäſteten Vieh ein bemerkbares Quantum aus, was den Umgebungen großer Städte zufließt. In einer wohleingerichteten Wirthſchaft muß dieſer Verluſt erſetzt werden. Zum Theil geſchieht dieß durch die Wieſen.

Zu hundert Morgen Getreideland rechnet man in Deutſchland als nothwendiges Erforderniß einer zweckmäßigen Cultur, 20 Morgen Wieſen, welche durchſchnittlich 500 Ctr. Heu pro-

duciren; bei einem Gehalt von 6,82 p. c. Asche erhält man jährlich in den Excrementen der Thiere, denen es zur Nahrung gegeben wird, 341 ℔ kieselsaures Kali und phosphorsauren Kalk und Bittererde, welche den Getreidefeldern zu Gute kommen und den Verlust bis zu einem gewissen Grade decken.

Der wirkliche Verlust an phosphorsauren Salzen, die nicht wieder in Anwendung kommen, vertheilt sich auf eine so große Fläche, daß er kaum verdient in Anschlag gebracht zu werden. In der Asche des Holzes, was in den Haushaltungen verbraucht wird, ersetzen wir den Wiesen wieder, was sie an phosphorsauren Salzen verloren haben.

Wir können die Fruchtbarkeit unserer Felder in einem stets gleichbleibenden Zustande erhalten, wenn wir ihren Verlust jährlich wieder ersetzen, eine Steigerung der Fruchtbarkeit, eine Erhöhung ihres Ertrags ist aber nur dann möglich, wenn wir mehr wiedergeben, als wir ihnen nehmen.

Unter gleichen Bedingungen wird von zwei Aeckern der eine um so fruchtbarer werden, je leichter und in je größerer Menge die Pflanzen, die wir darauf cultiviren, die besonderen Bestandtheile sich darauf aneignen können, die sie zu ihrem Wachsthum und zu ihrer Entwicklung bedürfen.

Man wird aus dem Vorhergehenden entnehmen können, daß die Wirkung der thierischen Excremente ersetzbar ist, durch Materien, die ihre Bestandtheile enthalten.

In Flandern wird der jährliche Ausfall vollständig ersetzt durch das Ueberfahren der Felder mit ausgelaugter oder unausgelaugter Holzasche, durch Knochen, die zum großen Theil aus phosphorsaurem Kalk und Bittererde bestehen.

Die ausnehmende Wichtigkeit der Aschendüngung ist von sehr vielen Landwirthen durch die Erfahrung schon anerkannt, in der Umgend von Marburg und der Wetterau legt man

einen so hohen Werth auf dieses kostbare Material, daß man einen Transport von 6, 8 Stunden Weges nicht scheut, um es für die Düngung zu erhalten.

Diese Wichtigkeit fällt in die Augen, wenn man in Erwägung zieht, daß die mit kaltem Wasser ausgelaugte Holzasche, kieselsaures Kali grade in dem Verhältniß wie im Stroh enthält ($10\,Si\,O_3 + K\,O$), daß sie außer diesem Salze nur phosphorsaure Salze enthält.

Die verschiedenen Holzaschen besitzen übrigens einen höchst ungleichen, die Eichenholzasche den geringsten, die Buchenholzasche den höchsten Werth.

Die Eichenholzasche enthält nur Spuren von phosphorsauren Salzen, die Buchenholzasche enthält den fünften Theil ihres Gewichtes, der Gehalt der Fichten- und Tannenholzasche beträgt 9 — 15 p. c. (Die Fichtenholzasche aus Norwegen enthält das Minimum von phosphorsauren Salzen, nemlich nur 1,8 p. c. Phosphorsäure. Berthier.)

Mit je hundert Pfund ausgelaugter Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität phosphorsaurer Salze, welche gleich ist dem Gehalt von 460 ℔ frischen Menschenexcrementen.

Nach de Saussure's Analyse enthalten 100 Th. Asche von Weizenkörnern 32 Th. lösliche und 44,5 unlösliche, im Ganzen 76,5 phosphorsaure Salze. Die Asche von Weizenstroh enthält im Ganzen 11,5 p. c. phosphorsaure Salze. Mit 100 Pfd. Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität Phosphorsäure, welche hinreicht für die Erzeugung von 3820 ℔ Stroh (zu 4,3 p. c. Asche, de Saussure), oder zu 15 — 18000 ℔ Weizenkörner (die Asche zu 1,3 p. c. angenommen, de Saussure).

Eine noch größere Wichtigkeit in dieser Beziehung besitzen

die Knochen. Die letzte Quelle der Bestandtheile der Knochen ist das Heu, Stroh, überhaupt das Futter, was die Thiere genießen. Wenn man nun in Anschlag bringt, daß die Knochen 55 p. c. phosphorsauren Kalk und Bittererde enthalten (Berzelius), und annimmt, daß das Heu soviel davon als das Weizenstroh enthält, so ergiebt sich, daß 8 ℔ Knochen so viel phosphorsauren Kalk als wie 1000 ℔ Heu oder Weizenstroh enthalten, oder 2 ℔ davon so viel als in 1000 ℔ Weizen oder Haferkörner sich vorfindet.

In diesen Zahlen hat man kein genaues aber ein sehr annäherndes Maaß in Beziehung auf die Quantität phosphorsaurer Salze, die der Boden diesen Pflanzen jährlich abgiebt.

Die Düngung eines Morgen Landes mit 40 ℔ frischen Knochen reicht hin, um drei Ernten (Weizen, Klee und Hackfrüchte) mit phosphorsauren Salzen zu versehen. Die Form, in welcher die phosphorsauren Salze dem Boden wiedergegeben werden, scheint hierbei aber nicht gleichgültig zu sein. Je feiner die Knochen zertheilt und je inniger sie mit dem Boden gemischt sind, desto leichter wird ihre Assimilirbarkeit sein, das beste und zweckmäßigste Mittel wäre unstreitig, die Knochen fein gepulvert, mit ihrem halben Gewichte Schwefelsäure und 3 – 4 Th. Wasser eine Zeitlang in Digestion zu stellen, den Brei mit etwa 100 Th. Wasser zu verdünnen und mit dieser sauren Flüssigkeit (phosphorsaurem Kalk und Bittererde) den Acker vor dem Pflügen zu besprengen. In wenigen Sekunden würde sich die freie Säure mit den basischen Bestandtheilen des Bodens verbinden, es würde ein höchst fein zertheiltes neutrales Salz entstehen. Versuche, die in dieser Beziehung auf Grauwacke-Boden angestellt wurden, haben das positive Resultat gegeben, daß Getreide und Gemüsepflanzen durch diese Düngungsweise

nicht leiden, daß sie sich im Gegentheile aufs kräftigste entwickeln.

In der Nähe von Knochenleim-Fabriken werden jährlich viele tausend Centner einer Auflösung von phosphorsauren Salzen in Salzsäure unbenutzt verloren, es wäre wichtig zu untersuchen, in wie weit diese Auflösung die Knochen ersetzen kann. Die freie Salzsäure würde sich mit den Alkalien, mit dem Kalk auf dem Acker verbinden, es würde ein lösliches Kalksalz entstehen, dessen Wirkung als wohlthätig auf die Vegetation an und für sich schon anerkannt ist; der salzsaure Kalk (Chlorcalcium) ist eins der Salze, die Wasser mit großer Begierde aus der Luft anziehen und zurückhalten, was den Gyps beim Gypsen vollkommen zu ersetzen vermag, indem es mit kohlensaurem Ammoniak sich zu Salmiak und kohlensaurem Kalk umsetzt.

Eine Auflösung der Knochen in Salzsäure im Herbste oder Winter auf den Acker gebracht, würde nicht allein dem Boden einen nothwendigen Bestandtheil wiedergeben, sondern demselben die Fähigkeit geben, alles Ammoniak, was in dem Regenwasser in Zeit von 6 Monaten auf den Acker fällt, darauf zurückzuhalten.

Die Asche von Braunkohlen und Torf enthält mehrentheils kieselsaures Kali; es ist klar, daß diese Asche einen Hauptbestandtheil des Kuh- und Pferdedüngers vollständig ersetzt, sie enthalten ebenfalls Beimischungen von phosphorsauren Salzen.

Es ist von ganz besonderer Wichtigkeit für den Oekonomen, sich über die Ursache der Wirksamkeit der so eben besprochenen Materien nicht zu täuschen. Man weiß, daß sie einen höchst günstigen Einfluß auf die Vegetation haben, und ebenso gewiß ist es, daß die Ursache in einem Stoff liegt, der, abgesehen von ihrer Wirkungsweise durch ihre Form, Porosität, Fähigkeit

Wasser anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil an dem Pflanzenleben nimmt. Man muß auf Rechenschaft über diesen Einfluß verzichten, wenn man den Schleier der Isis darüber deckt.

Die Medizin hat Jahrhunderte lang auf der Stufe gestanden, wo man die Wirkungen der Arzneien durch den Schleier der Isis verhüllte, aber alle Geheimnisse haben sich auf eine sehr einfache Weise gelöst. Eine ganz unpoetische Hand erklärte die anscheinend unbegreifliche Wunderkraft der Quellen in Savoyen, wo sich die Walliser ihre Kröpfe vertreiben, durch einen Gehalt an Jod; in den gebrannten Schwämmen, die man zu demselben Zweck benutzte, fand man ebenfalls Jod; man fand, daß die Wunderkraft der China in einem darin in sehr geringer Menge vorhandenen krystallinischen Stoff, dem Chinin, daß die mannigfaltige Wirkungsweise des Opiums in einer eben so großen Mannigfaltigkeit von Materien liegt, die sich daraus darstellen lassen.

Einer jeden Wirkung entspricht eine Ursache; suchen wir die Ursachen uns deutlich zu machen, so werden wir die Wirkungen beherrschen.

Als Princip des Ackerbaues muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maaße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird, in welcher Form dieß Wiedergeben geschieht, ob in der Form von Excrementen, oder von Asche oder Knochen, dieß ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker mit einer Auflösung von Wasserglas (kieselsaurem Kali), mit der Asche von verbranntem Stroh, wo man ihn mit phosphorsauren Salzen düngen wird, die man in chemischen Fabriken bereitet, gerade so wie man jetzt zur Heilung des Fiebers und der Kröpfe chemische Präparate giebt.

Es giebt Pflanzen, welche Humus bedürfen, ohne bemerk-

nicht leiden, daß sie sich im Gegentheile aufs kräftigste entwickeln.

In der Nähe von Knochenleim-Fabriken werden jährlich viele tausend Centner einer Auflösung von phosphorsauren Salzen in Salzsäure unbenutzt verloren, es wäre wichtig zu untersuchen, in wie weit diese Auflösung die Knochen ersetzen kann. Die freie Salzsäure würde sich mit den Alkalien, mit dem Kalk auf dem Acker verbinden, es würde ein lösliches Kalksalz entstehen, dessen Wirkung als wohlthätig auf die Vegetation an und für sich schon anerkannt ist; der salzsaure Kalk (Chlorcalcium) ist eins der Salze, die Wasser mit großer Begierde aus der Luft anziehen und zurückhalten, was den Gyps beim Gypsen vollkommen zu ersetzen vermag, indem es mit kohlensaurem Ammoniak sich zu Salmiak und kohlensaurem Kalk umsetzt.

Eine Auflösung der Knochen in Salzsäure im Herbste oder Winter auf den Acker gebracht, würde nicht allein dem Boden einen nothwendigen Bestandtheil wiedergeben, sondern demselben die Fähigkeit geben, alles Ammoniak, was in dem Regenwasser in Zeit von 6 Monaten auf den Acker fällt, darauf zurückzuhalten.

Die Asche von Braunkohlen und Torf enthält mehrentheils kieselsaures Kali; es ist klar, daß diese Asche einen Hauptbestandtheil des Kuh- und Pferdedüngers vollständig ersetzt, sie enthalten ebenfalls Beimischungen von phosphorsauren Salzen.

Es ist von ganz besonderer Wichtigkeit für den Oekonomen, sich über die Ursache der Wirksamkeit der so eben besprochenen Materien nicht zu täuschen. Man weiß, daß sie einen höchst günstigen Einfluß auf die Vegetation haben, und ebenso gewiß ist es, daß die Ursache in einem Stoff liegt, der, abgesehen von ihrer Wirkungsweise durch ihre Form, Porosität, Fähigkeit

Waſſer anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil an dem Pflanzenleben nimmt. Man muß auf Rechenſchaft über dieſen Einfluß verzichten, wenn man den Schleier der Iſis darüber deckt.

Die Medizin hat Jahrhunderte lang auf der Stufe geſtanden, wo man die Wirkungen der Arzneien durch den Schleier der Iſis verhüllte, aber alle Geheimniſſe haben ſich auf eine ſehr einfache Weiſe gelöſt. Eine ganz unpoetiſche Hand erklärte die anſcheinend unbegreifliche Wunderkraft der Quellen in Savoyen, wo ſich die Walliſer ihre Kröpfe vertreiben, durch einen Gehalt an Jod; in den gebrannten Schwämmen, die man zu demſelben Zweck benutzte, fand man ebenfalls Jod; man fand, daß die Wunderkraft der China in einem darin in ſehr geringer Menge vorhandenen kryſtalliniſchen Stoff, dem Chinin, daß die mannigfaltige Wirkungsweiſe des Opiums in einer eben ſo großen Mannigfaltigkeit von Materien liegt, die ſich daraus darſtellen laſſen.

Einer jeden Wirkung entſpricht eine Urſache; ſuchen wir die Urſachen uns deutlich zu machen, ſo werden wir die Wirkungen beherrſchen.

Als Princip des Ackerbaues muß angeſehen werden, daß der Boden in vollem Maaße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird, in welcher Form dieß Wiedergeben geſchieht, ob in der Form von Excrementen, oder von Aſche oder Knochen, dieß iſt wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker mit einer Auflöſung von Waſſerglas (kieſelſaurem Kali), mit der Aſche von verbranntem Stroh, wo man ihn mit phosphorſauren Salzen düngen wird, die man in chemiſchen Fabriken bereitet, gerade ſo wie man jetzt zur Heilung des Fiebers und der Kröpfe chemiſche Präparate giebt.

Es giebt Pflanzen, welche Humus bedürfen, ohne bemerk-

menschlichen Excrementen das Hauptmittel, um seine Fruchtbarkeit auf eine außerordentliche Weise zu steigern; denselben Nutzen hat er natürlich für alle Bodenarten überhaupt, aber zur Düngung der ersteren können die Excremente von Thieren nicht entbehrt werden.

Von dem Stickstoffgehalt der festen Excremente abgesehen, haben wir nur eine einzige Quelle von stickstoffhaltigen Dünger, und diese Quelle ist der Harn der Thiere und Menschen.

Wir bringen den Harn entweder als Mistjauche oder in der Form der Excremente selbst, die davon durchdrungen sind, auf die Felder; es ist der Harn, der den letzteren die Fähigkeit giebt, Ammoniak zu entwickeln, eine Fähigkeit, die er an und für sich nur in einem höchst geringen Grade besitzt.

Wenn wir untersuchen, was wir in dem Harn den Feldern eigentlich geben, so kommen wir als einziges und mittelbares Resultat auf Ammoniaksalze, welche Bestandtheile des Harns sind, auf Harnsäure, welche ausnehmend reich an Stickstoff ist, und auf phosphorsaure Salze, die im Harne sich gelöst befinden.

Nach der Analyse von Berzelius enthalten 1000 Theile Menschenharn:

Harnstoff		30,10
Freie Milchsäure Milchsaures Ammoniak Fleisch-Extract Extractivstoffe		17,14
Harnsäure		1,00
Harnblasenschleim		0,32
Schwefelsaures Kali		3,71
Schwefelsaures Natron		3,16
	Latus	55,43

Transport	55,43
Phosphorsaures Natron	2,94
Zweifach-phosphorsaures Ammoniak	1,65
Kochsalz	4,45
Salmiak	1,50
Phosphorsaure Bittererde und Kalk	1,00
Kieselerde	0,03
Wasser	933,00
	1000,00

Nehmen wir aus dem Harn den Harnstoff, das milchsaure Ammoniak, die freie Milchsäure, Harnsäure, phosphorsaures Ammoniak und Salmiak hinweg, so bleiben 1 p. c. fester Stoffe, die aus anorganischen Salzen bestehen, die natürlicher Weise auf den vegetabilischen Organismus ganz gleich wirken müssen, ob wir sie im Harn oder in Wasser gelöst aufs Feld bringen.

Es bleibt, wie man sieht, nichts übrig, als die kräftige Wirkungsweise des Urins dem Harnstoff oder den andern Ammoniaksalzen zuzuschreiben.

Der Harnstoff ist in dem Urin des Menschen zum Theil in der Form von milchsaurem Harnstoff (Henry), eine andere Portion davon ist frei vorhanden.

Untersuchen wir nun, was geschehen wird, wenn wir den Harn sich selbst überlassen, faulen lassen, wenn er also in den Zustand übergeht, in welchem er als Dünger dient; aller an Milchsäure gebundener Harnstoff verwandelt sich in milchsaures Ammoniak, aller frei vorhandene geht in äußerst flüchtiges kohlensaures Ammoniak über.

In wohlbeschaffenen, vor der Verdunstung geschützten Düngerbehältern wird das kohlensaure Ammoniak gelöst bleiben, bringen wir den gefaulten Harn auf unsere Felder, so wird ein Theil des

menschlichen Excrementen das Hauptmittel, um seine Fruchtbarkeit auf eine außerordentliche Weise zu steigern; denselben Nutzen hat er natürlich für alle Bodenarten überhaupt, aber zur Düngung der ersteren können die Excremente von Thieren nicht entbehrt werden.

Von dem Stickstoffgehalt der festen Excremente abgesehen, haben wir nur eine einzige Quelle von stickstoffhaltigen Dünger, und diese Quelle ist der Harn der Thiere und Menschen.

Wir bringen den Harn entweder als Mistjauche oder in der Form der Excremente selbst, die davon durchdrungen sind, auf die Felder; es ist der Harn, der den letzteren die Fähigkeit giebt, Ammoniak zu entwickeln, eine Fähigkeit, die er an und für sich nur in einem höchst geringen Grade besitzt.

Wenn wir untersuchen, was wir in dem Harn den Feldern eigentlich geben, so kommen wir als einziges und mittelbares Resultat auf Ammoniaksalze, welche Bestandtheile des Harns sind, auf Harnsäure, welche ausnehmend reich an Stickstoff ist, und auf phosphorsaure Salze, die im Harne sich gelöst befinden.

Nach der Analyse von Berzelius enthalten 1000 Theile Menschenharn:

Harnstoff		30,10
Freie Milchsäure Milchsaures Ammoniak Fleisch-Extract Extractivstoffe		17,14
Harnsäure		1,00
Harnblasenschleim		0,32
Schwefelsaures Kali		3,71
Schwefelsaures Natron		3,16
	Latus	55,43

Transport	55,43
Phosphorſaures Natron	2,94
Zweifach-phosphorſaures Ammoniak	1,65
Kochſalz	4,45
Salmiak	1,50
Phosphorſaure Bittererde und Kalk	1,00
Kieſelerde	0,03
Waſſer	933,00
	1000,00

Nehmen wir aus dem Harn den Harnſtoff, das milchſaure Ammoniak, die freie Milchſäure, Harnſäure, phosphorſaures Ammoniak und Salmiak hinweg, ſo bleiben 1 p. c. feſter Stoffe, die aus anorganiſchen Salzen beſtehen, die natürlicher Weiſe auf den vegetabiliſchen Organismus ganz gleich wirken müſſen, ob wir ſie im Harn oder in Waſſer gelöſt aufs Feld bringen.

Es bleibt, wie man ſieht, nichts übrig, als die kräftige Wirkungsweiſe des Urins dem Harnſtoff oder den andern Ammoniakſalzen zuzuſchreiben.

Der Harnſtoff iſt in dem Urin des Menſchen zum Theil in der Form von milchſaurem Harnſtoff (Henry), eine andere Portion davon iſt frei vorhanden.

Unterſuchen wir nun, was geſchehen wird, wenn wir den Harn ſich ſelbſt überlaſſen, faulen laſſen, wenn er alſo in den Zuſtand übergeht, in welchem er als Dünger dient; aller an Milchſäure gebundener Harnſtoff verwandelt ſich in milchſaures Ammoniak, aller frei vorhandene geht in äußerſt flüchtiges kohlenſaures Ammoniak über.

In wohlbeſchaffenen, vor der Verdunſtung geſchützten Düngerbehältern wird das kohlenſaure Ammoniak gelöſt bleiben, bringen wir den gefaulten Harn auf unſere Felder, ſo wird ein Theil des

kohlenſauren Ammoniaks mit dem Waſſer verdunſten, eine andere Portion davon wird von thon- und eiſenoxidhaltigem Boden eingeſaugt werden, im Allgemeinen wird aber nur das milchſaure, phosphorſaure und ſalzſaure Ammoniak in der Erde bleiben, der Gehalt an dieſen allein, macht den Boden fähig, im Verlauf der Vegetation auf die Pflanzen eine directe Wirkung zu äußern, keine Spur davon wird den Wurzeln der Pflanzen entgehen.

Das kohlenſaure Ammoniak macht bei ſeiner Bildung den Harn alkaliſch, in normalem Zuſtande iſt er, wie man weiß, ſauer; wenn es, was in den meiſten Fällen eintritt, ſich verflüchtigt und in die Luft verliert, ſo iſt der Verluſt, den wir erleiden, beinahe gleich dem Verluſt an dem halben Gewichte Urin; wenn wir es fixiren, d. h. ihm ſeine Flüchtigkeit nehmen, ſo haben wir ſeine Wirkſamkeit aufs Doppelte erhöht.

Das Vorhandenſein von freiem kohlenſauren Ammoniak in gefaultem Urin hat ſelbſt in früheren Zeiten zu dem Vorſchlage Veranlaſſung gegeben, die Miſtjauche auf Salmiak zu benutzen. Von manchem Oekonomen iſt dieſer Vorſchlag in Ausführung gebracht worden zu einer Zeit, wo der Salmiak einen hohen Handelswerth beſaß. Die Miſtjauche wurde in Gefäßen von Eiſen der Deſtillation unterworfen und das Deſtillat auf gewöhnliche Weiſe in Salmiak verwandelt. (Demachy.)

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß die Agricultur eine ſolche widerſinnige Anwendung verwerfen muß, da der Stickſtoff von 100 ℔ Salmiak (welche 26 Theile Stickſtoff enthalten) gleich iſt dem Stickſtoffgehalte von 1200 ℔ Weizenkörnern, 1480 ℔ Gerſtenkörnern oder 2500 ℔ Heu. (Bouſſingault.)

Das durch Fäulniß des Urins erzeugte kohlenſaure Ammoniak kann auf mannigfaltige Weiſe fixirt, d. h. ſeiner Fähigkeit ſich zu verflüchtigen beraubt werden.

Denken wir uns einen Acker mit Gyps beſtreut, den wir mit gefaultem Urin, mit Miſtjauche überfahren, ſo wird alles kohlenſaure Ammoniak ſich in ſchwefelſaures verwandeln, was in dem Boden bleibt.

Wir haben aber noch einfachere Mittel, um alles kohlenſaure Ammoniak den Pflanzen zu erhalten, ein Zuſatz von Gyps, Chlorcalcium, von Schwefelſäure oder Salzſäure, oder am beſten von ſaurem phosphorſaurem Kalk, lauter Subſtanzen, deren Preis ausnehmend niedrig iſt, bis zum Verſchwinden der Alkalinität des Harns, wird das Ammoniak in ein Salz verwandeln, was ſeine Fähigkeit ſich zu verflüchtigen gänzlich verloren hat.

Stellen wir eine Schaale mit concentrirter Salzſäure in einen gewöhnlichen Abtritt hinein, in welchem die obere Oeffnung mit dem Düngbehälter in offener Verbindung ſteht, ſo findet man ſie nach einigen Tagen mit Kryſtallen von Salmiak angefüllt. Das Ammoniak, deſſen Gegenwart die Geruchsnerven ſchon anzeigen, verbindet ſich mit der Salzſäure und verliert ſeine Flüchtigkeit; über der Schaale bemerkt man ſtets dicke weiße Wolken oder Nebel von neuentſtandenem Salmiak. In einem Pferdeſtall zeigt ſich die nämliche Erſcheinung. Dieſes Ammoniak geht nicht allein der Vegetation gänzlich verloren, ſondern es verurſacht noch überdieß eine langſam aber ſicher erfolgende Zerſtörung der Mauer. In Berührung mit dem Kalk des Mörtels verwandelt es ſich in Salpeterſäure, welche den Kalk nach und nach auflöſt, der ſogenannte Salpeterfraß (Entſtehung von löslichem ſalpeterſaurem Kalk) iſt die Folge ſeiner Verweſung.

Das Ammoniak, was ſich in Ställen und aus Abtritten entwickelt, iſt unter allen Umſtänden mit Kohlenſäure verbunden. Kohlenſaures Ammoniak und ſchwefelſaurer Kalk (Gyps)

können bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit einander in Berührung gebracht werden, ohne sich gegenseitig zu zersetzen. Das Ammoniak vereinigt sich mit der Schwefelsäure, die Kohlensäure mit dem Kalk zu Verbindungen, welche nicht flüchtig, d. h. geruchlos sind. Bestreuen wir den Boden unserer Ställe von Zeit zu Zeit mit gepulvertem Gyps, so wird der Stall seinen Geruch verlieren, und wir werden nicht die kleinste Quantität Ammoniak, was sich gebildet hat, für unsere Felder verlieren.

Die Harnsäure, nach dem Harnstoff das stickstoffreichste unter den Producten des lebenden Organismus, ist im Wasser löslich, sie kann durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und ihr Stickstoff in der Form von Ammoniak, von kleesaurem, blausaurem oder kohlensaurem Ammoniak assimilirt werden.

Es wäre von außerordentlichem Interesse, die Metamorphosen zu studiren, welche die Harnsäure in einer lebenden Pflanze erfährt, als Düngmittel in reinem Zustande unter ausgeglühtes Kohlenpulver gemischt, in welchem man Pflanzen vegetiren läßt, würde die Untersuchung des Saftes der Pflanze oder der Bestandtheile des Saamens oder der Frucht leicht die Verschiedenheiten erkennen lassen.

In Beziehung auf den Stickstoffgehalt sind 100 Theile Menschenharn ein Aequivalent für 1300 Theile frischer Pferdeexcremente nach Macaire's und Marcet's Analysen und 600 Theile frischer Excremente der Kuh. Man wird hieraus leicht entnehmen, von welcher Wichtigkeit es für den Ackerbau ist, auch nicht den kleinsten Theil davon zu verlieren. Die kräftige Wirkung des Harns im Allgemeinen ist in Flandern vorzüglich anerkannt, allein nichts läßt sich mit dem Werthe vergleichen, den das älteste aller Ackerbau treibenden Völker, das Chinesische, den menschlichen Excrementen zuschreibt, die Gesetze

des Staates verbieten das Hinwegschütten derselben, in jedem Hause sind mit der größten Sorgfalt Reservoirs angelegt, in denen sie gesammelt werden, nie wird dort für Getreidefelder ein andrer Dünger verwendet.

China ist die Heimath der Experimentirkunst, das unablässige Bestreben, Versuche zu machen, hat das chinesische Volk seit Jahrtausenden zu Entdeckungen geführt, welche die Europäer Jahrhunderte lang, in Beziehung auf Färberei, Malerei, Porzellan- und Seidebereitung, Lack- und Malerfarben, bewunderten, ohne sie nachahmen zu können, man ist dort dazu gelangt, ohne durch wissenschaftliche Principien geleitet zu werden, denn man findet in allen ihren Büchern Recepte und Vorschriften, aber niemals Erklärungen.

Ein halbes Jahrhundert genügte den Europäern, die Chinesen in den Künsten und in den Gewerben nicht allein zu erreichen, sondern sie zu übertreffen, und dieß geschah ausschließlich nur durch die Anwendung richtiger Grundsätze, die aus dem Studium der Chemie hervorgingen, aber wie unendlich weit ist der europäische Ackerbau hinter dem chinesischen zurück. Die Chinesen sind die bewundernswürdigsten Gärtner und Erzieher von Gewächsen, für jedes wissen sie eigends zubereiteten Dünger anzuwenden. Der Ackerbau der Chinesen ist der vollkommenste in der Welt, und man legt in diesem Lande, dessen Klima in den fruchtbarsten Bezirken sich von dem europäischen nur wenig entfernt, den Excrementen der Thiere nur einen höchst geringen Werth bei. Bei uns schreibt man dicke Bücher, aber man stellt keine Versuche an, man drückt in Procenten aus, was die eine und die andere Pflanze an Dünger verzehrt, und weiß nicht, was Dünger ist!

Wenn wir annehmen, daß die flüssigen und festen Excremente eines Menschen täglich nur 1½ ℔ betragen (¾ ℔ Urin

und ¼ ℔ fester Excremente), daß beide zusammengenommen 3 p. c. Stickstoff enthalten, so haben wir in einem Jahre 547 ℔ Excremente, welche 16,41 ℔ Stickstoff enthalten, eine Quantität, welche hinreicht, um 800 ℔ Weizen-, Rocken-, Hafer- und 900 ℔ Gerstenkörnern (Boussingault) den Stickstoff zu liefern.

Dieß ist bei weitem mehr, als man einem Morgen Land hinzuzusetzen braucht, um mit dem Stickstoff, den die Pflanzen aus der Atmosphäre aufsaugen, ein jedes Jahr die reichlichsten Ernten zu erzielen. Eine jede Ortschaft, eine jede Stadt könnte bei Anwendung von Fruchtwechsel alle ihre Felder mit dem stickstoffreichsten Dünger versehen, der noch überdieß der reichste an phosphorsauren Salzen ist. Bei Mitbenutzung der Knochen und der ausgelaugten Holzasche würden alle Excremente von Thieren völlig entbehrlich sein.

Die Excremente der Menschen lassen sich, wenn durch ein zweckmäßiges Verfahren die Feuchtigkeit entfernt und das freie Ammoniak gebunden wird, in eine Form bringen, welche die Versendung, auch auf weite Strecken hin, erlaubt.

Dieß geschieht schon jetzt in manchen Städten, und die Zubereitung der Menschenexcremente in eine versendbare Form, macht einen nicht ganz unwichtigen Zweig der Industrie aus. Aber die Grundsätze, die man befolgt, um diesen Zweck zu erreichen, sind die verkehrtesten und widersinnigsten, die man sich denken kann. Die in den Häusern in Paris in Fässern gesammelten Excremente werden in Montfaucon in tiefen Gruben gesammelt und sind zum Verkaufe geeignet, wenn sie einen gewissen Grad der Trockenheit durch Verdampfung an der Luft gewonnen haben; durch die Fäulniß derselben in den Behältern in den Häusern verwandelt sich aller Harnstoff zum größten Theil in kohlensaures Ammoniak; es entsteht milch- und

phosphorsaures Ammoniak, die vegetabilischen Theile, welche darinn enthalten sind, gehen ebenfalls in Fäulniß über, alle schwefelsauren Salze werden zersetzt, der Schwefel bildet Schwefelwasserstoff und flüchtiges Schwefelammonium. Die an der Luft trocken gewordene Masse hat mehr wie die Hälfte ihres Stickstoffgehalts mit dem verdampfenden Wasser verloren, der Rückstand besteht neben phosphorsaurem und milchsaurem Ammoniak, zum größten Theil aus phosphorsaurem Kalk, etwas harnsaurer Bittererde und fettigen Substanzen; er ist nichts desto weniger noch ein sehr kräftiger Dünger, aber seine Fähigkeit zu düngen wäre verdoppelt und verdreifacht worden, wenn man die Excremente vor diesem Eintrocknen durch eine wohlfeile Mineralsäure neutralisirt hätte.

In andern Fabriken mengt man die weichen Excremente mit Holzasche oder mit Erde, die eine reichliche Quantität ätzendem Kalk enthält, und bewirkt damit eine völlige Austreibung alles Ammoniaks, wobei sie ihren Geruch aufs Vollständigste verlieren. Wenn dieser Rückstand düngt, so geschieht dieß lediglich nur durch die phosphorsauren Salze, die er noch enthält, denn alle Ammoniakverbindungen sind zersetzt und das Ammoniak ist ausgetrieben worden.

In dem sterilen Boden der Küsten Südamerika's düngt man mit Guano, mit harnsauren und anderen Ammoniaksalzen, und erhält damit eine üppige Vegetation und die reichsten Ernten. In China giebt man den Getreidefeldern keinen anderen Dünger als Menschenexcremente; bei uns überfährt man die Felder jährlich mit dem Saamen von allen Unkrautpflanzen, die in der Beschaffenheit und Form, welche sie besitzen, unverdaut mit ihrer ganzen Keimkraft in die Excremente der Thiere wieder übergehen, und man wundert sich, daß das Unkraut trotz aller Anstrengung auf den Aeckern, wo es sich einmal einge-

nistet hat, nicht vertrieben werden kann; man begreift es nicht, und säet es jedes Jahr von neuem an. Ein berühmter Botaniker, der in den neunziger Jahren mit der holländischen Gesandtschaft nach China reiste, konnte auf den chinesischen Getreidefeldern kaum irgend eine andere Pflanze finden als das Korn selbst. (Ingenhouß, die Ernährung der Pflanzen S. 129).

Der Harn der Pferde ist weit weniger reich an Stickstoff und phosphorsauren Salzen. Nach Foucroy und Vauquelin enthält er nur 5 p. c. feste Substanz, und darinn nur 0,7 Harnstoff. 100 Theile Menschenharn enthalten mehr wie viermal so viel.

Der Kuhharn ist vorzüglich reich an Kalisalzen; nach Rouelle und Brande enthält er sogar keine Natronsalze. Der Harn der Schweine ist vorzüglich reich an phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak, welches die so häufig vorkommenden Steine in den Harnblasen dieser Thiere bildet.

Es ist klar, daß wenn wir die festen und flüssigen Excremente der Menschen, und die flüssigen der Thiere in dem Verhältnisse zu dem Stickstoff auf unsere Aecker bringen, den wir in der Form von Gewächsen darauf geerntet haben, so wird die Summe des Stickstoffs auf dem Gute jährlich wachsen müssen. Denn zu dem, welchen wir in dem Dünger zuführen, ist aus der Atmosphäre eine gewisse Quantität hinzugekommen. Was wir in der Form von Getreide und Vieh an Stickstoff ausführen, was sich davon in großen Städten anhäuft, kommt andern Feldern zu gut, wenn wir ihn nicht ersetzen. Ein Gut, was keine Wiesen hat und nicht Felder genug für den Anbau von Futtergewächsen besitzt, muß stickstoffhaltigen Dünger von Außen einführen, wenn man auf ihm ein Maximum von Ertrag erzielen will. Auf größeren Gü-

tern ersetzen die Wiesen den jährlichen Ausfall an Stickstoff aufs Vollständigste wieder.

Der einzige wirkliche Verlust an Stickstoff beschränkt sich demnach auf diejenige Quantität, welche die Menschen mit in ihre Gräber nehmen, aber diese kann im Maximo nicht über 3 ℔ für jedes Individuum betragen, welche sich auf ein ganzes Menschenalter vertheilen; sie bleibt, wie man weiß, den Gewächsen unverloren, denn durch Fäulniß und Verwesung kehrt dieselbe in der Form von Ammoniak in die Atmosphäre zurück.

Eine gesteigerte Cultur erfordert eine gesteigerte Düngung, mit derselben wird die Ausfuhr an Getreide und Vieh wachsen, sie wird gehemmt durch den Mangel an Dünger.

Der höchste Werth als stickstoffhaltigen Dünger muß nach dem Vorhergehenden vor Allem den flüssigen Excrementen der Thiere und Menschen beigelegt werden. Der größte Theil des Mehrertrages, des Zuwachses also, dessen Steigerung wir in der Hand haben, geht von ihnen ausschließlich aus.

Wenn man erwägt, daß jedes Pfund Ammoniak, welches unbenutzt verdampft, einem Verlust von 60 ℔ Getreide gleichkommt, daß mit jedem Pfunde Urin ein Pfund Weizen gewonnen werden kann, so ist die Leichtfertigkeit unbegreiflich, mit welcher gerade die flüssigen Excremente betrachtet werden; man benutzt an den meisten Orten nur die, von welchen die festen durchdrungen und befeuchtet sind; man schützt die Düngerstätten weder vor dem Regen, noch vor der Verdunstung. Die festen Excremente enthalten die unlöslichen, die flüssigen alle löslichen phosphorsauren Salze, und die letzteren enthalten alles Kali, was die verzehrten Pflanzen in der Form von organischsauern Salzen enthalten.

Die frischen Knochen, Wolle, Lumpen, Haare, Klauen und Horn sind stickstoffhaltige Dünger, welche gleichzeitig durch ihren

Gehalt an phosphorsauren Salzen Antheil an dem vegetabilischen Lebensprocesse nehmen.

100 Th. trockner Knochen enthalten 32—33 p. c. trockne Gallerte, nehmen wir darinn denselben Gehalt an Stickstoff wie im thierischen Leim an, so enthalten sie 5,28 p. c. Stickstoff, sie sind mithin als Aequivalent für 250 Th. Menschen-Urin zu betrachten.

Die Knochen halten sich in trocknem oder selbst feuchtem Boden (z. B. die in Lehm oder Gyps sich findenden Knochen urweltlicher Thiere) bei Luftabschluß Jahrtausende unverändert, indem der innere Theil durch den äußern vor dem Angriff des Wassers geschützt wird. In feingepulvertem feuchtem Zustande erhitzen sie sich, es tritt Fäulniß und Verwesung ein, die Gallerte, die sie enthalten, zersetzt sich; ihr Stickstoff verwandelt sich in kohlensaures Ammoniak und in andere Ammoniaksalze, welche zum größten Theil von dem Pulver zurückgehalten werden (1 Vol. wohl ausgeglühte weißgebrannte Knochen absorbiren 7,5 Vol. reines Ammoniakgas).

Als ein kräftiges Hülfsmittel zur Beförderung des Pflanzenwuchses auf schwerem und namentlich auf Thonboden muß schließlich noch das Kohlenpulver betrachtet werden.

Schon Ingenhouß hat die verdünnte Schwefelsäure als Mittel vorgeschlagen, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu steigern, auf Kalkboden erzeugt sich beim Besprengen mit verdünnter Schwefelsäure augenblicklich Gyps, den sie also aufs vollständigste ersetzen kann. 100 Th. concentrirte Schwefelsäure mit 800 bis 1000 Th. Wasser verdünnt, sind ein Aequivalent für 176 Th. Gyps.

Anhang zur Seite 57.

Beobachtungen über eine Pflanze

(Ficus Australis),

welche 8 Monate hintereinander in dem Gewächshause des botaniſchen Gartens in Edinburg in der Luft hangend, ohne mit der Erde ſich in Berührung zu befinden, gelebt hat,

von

William Magnab, *)

Director des Pflanzengartens in Edinburg.

Die Ficus australis ſtammen aus dem ſüdlichen Theile Neuhollands und ſind durch Sir Joſeph Banks 1789 in unſere Gärten eingeführt worden; ſie ſind jetzt ziemlich verbreitet in England, wo man ſie wie die Pflanzen in den mäßig warmen Treibhäuſern (green house) behandelt. In einem ſolchen guten

---

*) Nach einer Angabe in Turner's Elements of Chemistry, London 1834, Seite 932. lebte dieſe Pflanze noch 16 Jahre nach dem in der Abhandlung angeführten Datum.

Treibhauſe gedeihen ſie wirklich, obgleich ſie im Allgemeinen empfindlicher gegen die Wirkungen der Kälte, als andere Pflanzen der nämlichen Gegend ſind.

Bei meiner Ernennung zum Director des Gartens von Edinburg im Jahre 1810 fand ich dieſe Pflanze ein wenig kränkelnd im Greene-Houſe; nachdem ich ſie aber 1811 in das heiße Treibhaus verpflanzt hatte, fing ſie ſogleich mit großer Ueppigkeit zu gedeihen an.

Der Stengel der Pflanze, von dem Boden angerechnet bis an den Anfang der Zweige, hatte ungefähr 1 Fuß Höhe. Auf einem der Zweige ſah ich eine Wurzel hervorkommen, 2 Fuß entfernt von ſeiner Vereinigung mit dem Stiele. Als ſie einen Fuß Länge erreicht hatte, ſtellte ich einen irdnen Topf mit Unterſatz darunter; ſobald dieſer Topf mit Wurzelfaſern angefüllt war, beſchloß ich zu unterſuchen, ob er bei häufigem Begießen zur Ernährung der ganzen Pflanze hinreichen würde,

Im Auguſt 1816 hörte ich deshalb auf das erſte Gefäß zu begießen, während die Erde des zweiten im Gegentheil oft befeuchtet wurde; das Ganze blieb ſo acht Monate lang. Nun gab augenſcheinlich die völlig ausgetrocknete Erde des erſten Topfes der Pflanze keine Nahrung mehr; demungeachtet aber war ſie ſo üppig, als werde ihr noch von den urſprünglichen Wurzeln Leben zugeführt. Um alle Zweifel zu heben, wurde das Gefäß, worin ſich dieſe erſten Wurzeln befanden, im Frühling 1817 weggethan; die ſie umgebende, von der Sonne ausgetrocknete Erde fiel durch ein leichtes Rütteln ab; die Pflanze aber ſchien nicht im Geringſten darunter zu leiden; nur die Wurzeln zeigten ſich an ihren verſchiedenen Theilen in größerer Anzahl, als es bisher der Fall war.

Eine dieſer neuen Wurzeln — von einem Zweige, 3 Fuß von dem Stiele aus in der entgegengeſetzten Richtung von der-

jenigen, welche seit einiger Zeit die Pflanze ernährte — wurde zu Ende des Sommers 1817 in einen neuen Topf gepflanzt; sobald eine gewisse Anzahl Wurzelfasern sich gebildet hatten, wurde sie oft begossen, während man, das nämliche Verfahren befolgend, aufhörte den 2ten Topf zu begießen; die Pflanze litt nicht im Mindesten. Im Frühling 1818 nahm ich das durchaus trockne zweite Gefäß hinweg und schüttelte, wie es bei den ersten Wurzeln geschehen, die daran hängende Erde wieder los.

Dieser dritte Topf, von welchem nun die Pflanze alle Nahrung empfing, war 4 Fuß von dem äußersten Ende des Stieles — und sehr wenig von der Spitze eines der Zweige entfernt. Die ursprünglichen Wurzeln sowohl, als die in dem zweiten Topf verpflanzten, schwebten in der Luft. Bei einem dritten Versuche — den vorhergehenden in allem gleich — der im Mai 1819 angestellt wurde, nahm die Pflanze ihre Nahrung von einem einzigen sehr kleinen Gefäße (von nur 2 Zoll im Durchmesser), welches man am äußersten Ende eines der Zweige unter der Wurzel angebracht hatte.

Endlich im Juli 1819 dachte ich zu versuchen, ob die Pflanze — wenn schwebend in der Luft, und ohne, daß einer ihrer Theile die Erde berühre — leben könne. Ich nahm den oben erwähnten kleinen Topf hinweg, ließ die Erde an den Wurzeln fallen und begnügte mich, zweimal des Tages die Blätter mit Wasser zu besprengen; nun aber — obgleich dieser Versuch seit 8 Monaten dauert — ist die an einem Spalier hängende Pflanze eben so üppig, als andere in Erde gezogene Individuen derselben Art.

Bemerkenswerth ist noch, daß diese Pflanze, welche, nach der gewöhnlichen Weise behandelt, selten Früchte trägt, an dem Spalier aufgezogen, mit solchen beladen war; 2 Fei-

gen ſind an dem Blattwinkel faſt eines jeden Blattes entſtanden, und ich habe deren kaum dickere in den Treibhäuſern von Kew geſehen.

Von dem äußerſten Ende der Wurzel bis an das der Blätter hat die Pflanze jetzt (Februar 1819) 7½ Fuß. Der Stengel, da wo er am ſtärkſten iſt, hat 5½ Zoll im Umfang. Sie fährt fort zu wachſen und ſich auszubreiten, obgleich ſeit 8 Monaten ſie ſchwebend hängt, ohne daß einer ihrer Theile in Berührung mit Erde ſteht.

(Ausgezogen mit einigen Abkürzungen aus den Annales de Chimie et de Physique. T. XV. 13. Edinbourg philosophical Journal No. 5.)

Verſuche und Beobachtungen über die **Wirkung der vegetabiliſchen Kohle** auf die Vegetation,

von

Eduard Lucas.

In einer Abtheilung eines niederen Warmhauſes des botaniſchen Gartens zu München wurde ein Beet für junge tropiſche Pflanzen, ſtatt der ſonſt gebräuchlichen Lohe, mit Kohlenſtaub, der überall ſehr leicht zu erhalten war, nachdem durch ein Sieb die größern Kohlenſtücke entfernt worden, ausgefüllt. Die Heitzung lief mittelſt einer 6 Zoll weiten Röhre von Eiſenblech durch dieſes Beet in einen hohlen Raum und theilte ihm ſo eine gelinde Wärme mit, was bei der Lohe durch den

Proceß ihrer Gährung bezweckt wurde. Die in dieses Kohlenbeet eingesenkten Pflanzen zeichneten sich gar bald durch eine lebhafte Vegetation und ihr frisches gesundes Ansehen aus. Wie es in dergleichen Beeten immer der Fall ist, daß nemlich die Wurzeln vieler Pflanzen durch die Abzugslöcher der Töpfe hindurchdringen und sich dann ausbreiten, so auch hier, nur zeigte sich das Auffallende, daß diese in Kohle durchgewurzelten Pflanzen sich durch Trieb und Ueppigkeit vor allen anderen, z. B. in Lohe durchgewurzelten, sehr auszeichneten. Einige, unter denen ich nur die schöne Thunbergia alata und die Gattung Peireskia nenne, wucherten zum Erstaunen; erstere blühete so reichlich, daß Jeder, der sie sah, bestätigte, noch nie solche Exemplare gefunden zu haben. Auch setzte sie, was sonst meist nur nach künstlicher Bestäubung geschieht, ohne Zuthun eine Menge Saamen an. Die Peireskien kamen so stark in Trieb, daß die Aculeata Loten von mehreren Ellen trieb und P. grandifolia Blätter von einem Fuß Länge machte. Solche Erscheinungen, wozu noch viele scheinbar geringere, wie das rasche Aufkeimen von Saamen, die sich selbst ausgestreut hatten, das häufige Erscheinen junger Filices kommen, mußten natürlich meine Aufmerksamkeit rege machen, und ich wurde so nach und nach zu einer Reihe von Versuchen geführt, deren Resultate in doppelter Beziehung nicht uninteressant sein dürften, denn außer dem technischen Nutzen für die Cultur der meisten Pflanzen bieten sie auch in physiologischer Beziehung Manches dar.

Das Nächste, was die Natur der Sache mit sich brachte, war, daß ich zu verschiedenen Pflanzen einen Theil vegetabilischer Kohle der Erde beimischte und in dem Quantum steigerte, je mehr ich die Vortheile dieser Methode einsah. Ganz vorzüglich zeigte sich z. B. ein Beisatz von ⅔ Kohle unter Laub-

gen sind, an dem Blattwinkel fast eines jeden Blattes entstanden, und ich habe deren kaum dickere in den Treibhäusern von Kew gesehen.

Von dem äußersten Ende der Wurzel bis an das der Blätter hat die Pflanze jetzt (Februar 1819) 7½ Fuß. Der Stengel, da wo er am stärksten ist, hat 5½ Zoll im Umfang. Sie fährt fort zu wachsen und sich auszubreiten, obgleich seit 8 Monaten sie schwebend hängt, ohne daß einer ihrer Theile in Berührung mit Erde steht.

(Ausgezogen mit einigen Abkürzungen aus den Annales de Chimie et de Physique. T. XV. 13. Edinbourg philosophical Journal No. 5.)

Versuche und Beobachtungen über die **Wirkung der vegetabilischen Kohle** auf die Vegetation,

von

Eduard Lucas.

In einer Abtheilung eines niederen Warmhauses des botanischen Gartens zu München wurde ein Beet für junge tropische Pflanzen, statt der sonst gebräuchlichen Lohe, mit Kohlenstaub, der überall sehr leicht zu erhalten war, nachdem durch ein Sieb die größern Kohlenstücke entfernt worden, ausgefüllt. Die Heitzung lief mittelst einer 6 Zoll weiten Röhre von Eisenblech durch dieses Beet in einen hohlen Raum und theilte ihm so eine gelinde Wärme mit, was bei der Lohe durch den

Proceß ihrer Gährung bezweckt wurde. Die in dieses Kohlenbeet eingesenkten Pflanzen zeichneten sich gar bald durch eine lebhafte Vegetation und ihr frisches gesundes Ansehen aus. Wie es in dergleichen Beeten immer der Fall ist, daß nemlich die Wurzeln vieler Pflanzen durch die Abzugslöcher der Töpfe hindurchdringen und sich dann ausbreiten, so auch hier, nur zeigte sich das Auffallende, daß diese in Kohle durchgewurzelten Pflanzen sich durch Trieb und Ueppigkeit vor allen anderen, z. B. in Lohe durchgewurzelten, sehr auszeichneten. Einige, unter denen ich nur die schöne Thunbergia alata und die Gattung Peireskia nenne, wucherten zum Erstaunen; erstere blühete so reichlich, daß Jeder, der sie sah, bestätigte, noch nie solche Exemplare gefunden zu haben. Auch setzte sie, was sonst meist nur nach künstlicher Bestäubung geschieht, ohne Zuthun eine Menge Saamen an. Die Peireskien kamen so stark in Trieb, daß die Aculeata Loten von mehreren Ellen trieb und P. grandifolia Blätter von einem Fuß Länge machte. Solche Erscheinungen, wozu noch viele scheinbar geringere, wie das rasche Aufkeimen von Saamen, die sich selbst ausgestreut hatten, das häufige Erscheinen junger Filices kommen, mußten natürlich meine Aufmerksamkeit rege machen, und ich wurde so nach und nach zu einer Reihe von Versuchen geführt, deren Resultate in doppelter Beziehung nicht uninteressant sein dürften, denn außer dem technischen Nutzen für die Cultur der meisten Pflanzen bieten sie auch in physiologischer Beziehung Manches dar.

Das Nächste, was die Natur der Sache mit sich brachte, war, daß ich zu verschiedenen Pflanzen einen Theil vegetabilischer Kohle der Erde beimischte und in dem Quantum steigerte, je mehr ich die Vortheile dieser Methode einsah. Ganz vorzüglich zeigte sich z. B. ein Beisatz von $^2/_5$ Kohle unter Laub-

erde bei Gesneria und Gloxinia, so wie bei den tropischen Aroideen mit knolligen Wurzeln. Die beiden ersteren Gattungen erregten bald durch die größte Ueppigkeit aller ihrer Theile die Bewunderung der Kenner. Die Stengel übertrafen an Dicke, so wie die Blätter an dunkler Färbung und Straffheit, die auf gewöhnliche Weise cultivirten Exemplare; die Blüthe ließ nichts zu wünschen übrig, und ihre Vegetation dauerte ausnehmend lange, so daß jetzt in Mitte des Novembers, wo die meisten der anderen Exemplare bis auf die Knole abgestorben, diese noch in üppiger Frische dastehen und theilweise blühen. Die Aroideen zeigten ein sehr rasches Wurzelvermögen, und ihre Blätter übertreffen an Größe die nicht so behandelten um Vieles; die Arten, welche wir ihrer schönen Färbung der Blätter wegen als Zierpflanzen ziehen (man denke nur an Caladium bicolor, pictum, paecile ꝛc.), machten sich durch das lebhafteste Colorit noch bemerkbarer; auch trat hier der Fall wieder ein, daß ihre Vegetationsperiode ungewöhnlich lang fortdauerte. Cactus, die in einer Mischung von gleichen Theilen Kohle und Erde gepflanzt wurden, wucherten förmlich und überwuchsen ihre vorherige Größe in einigen Wochen um die Hälfte. Bei einigen Bromeliaceen und Liliaceen leistete die Anwendung der Kohle wesentliche Vortheile, ebenso bei Citrus, Begonia und selbst bei Palmen. In geringeren Quantitäten bei fast allen Pflanzenarten, bei denen man Sand zur Lockererhaltung der Erde anwendet; nach dem Verhältniß des Sandzusatzes, anstatt diesen beigemischt, verfehlte die Kohle ihre Wirkung nicht und erzielte immer eine kräftige Vegetation.

Zugleich mit obigen Versuchen der Untermischung der Kohle unter Erdarten wurde sie auch rein ohne Zusatz zur Vermehrung der Pflanzen angewendet und auch hierbei erhielt ich die erfreulichsten Resultate. Stöcklinge, von den verschiedensten

Gattungen bewurzelten ſich darin ſehr ſchnell und gut; ich erwähne nur Euphorbia fastuosa und fulgens in 10 Tagen, Pandanus utilis in 3 Monaten, P. amaryllifolius, Chamaedorea elatior in 4 Wochen, Piper-nigrum, Begonia, Ficus, Cecropia, Chiococca, Buddleja, Hakea, Phyllanthus, Capparis, Laurus, Stifftia, Jacquinia, Mimosa, Cactus in 8 bis 10 Tagen einige 40 Species, Ilex und viele andere. Doch auch Blätter und Blattſtücke, ſelbſt Pedunculi, wurden zum Wurzeln und theilweiſe zur Augenbildung in reine Kohle gebracht. So gelang es unter Anderm, die Foliola mehrerer Cycadeen zum Wurzeln zu bringen, eben ſo einzelne Theile des gefiederten Blattes von Bignonia Telsairiae und Jacaranda brasiliensis, Blätter von Euphorbia fastuosa, Oxalis Barrelieri, Ficus, Cyclamen, Polyanthes, Mesembrianthemum, auch zartlaubige Pflanzen, wie Lophospermum und Martynia, Stücke eines Blattes der Agave americana, Nadelbündel von Pinus ꝛc., alle ohne einen Anſatz eines vorbereiteten Auges.

Zu Kurmittel für kranke Pflanzen hat ſich auch die reine Kohle ſehr vortrefflich bewieſen. So wurde z. B. eine Dorianthes excelsa, die ſeit drei Jahren immer nur zurückgegangen war, in kurzer Zeit völlig geſund hergeſtellt. Einem Pomeranzenbäumchen, welches die leider ſehr häufige Krankheit, das Gelbwerden der Blätter, hatte, wurde dadurch, daß die obere Erdſchicht hinweggenommen und 1 Zoll dick ein Ring von Kohle in die Peripherie des Topfes geſtreut wurde, binnen 4 Wochen ſeine geſunde grüne Farbe wieder gegeben. Derſelbe Fall war bei Gardenia.

Es würde zu weit führen, alle Verſuche mit ihren Reſultaten, die mit der Kohle angeſtellt wurden, hier aufzuzählen; es gehört auch nicht mehr in das Bereich dieſer Blätter, in-

dem nur im Allgemeinen gezeigt werden sollte, wie die Kohle ihre Wirkungen auf die Vegetation äußerte. Ausführlichere Mittheilungen mögen die verehrlichen Leser, die besonderes Interesse an diesem Gegenstande finden, in der Allgemeinen deutschen Gartenzeitung von Otto und Dietrich in Berlin in der Folge nachsehen.

Die Kohle, die zu obigen Versuchen angewendet wurde, war nur der staubige Abfall von Föhren- oder Fichtenkohle, wie derselbe bei Schmieden, Schlossern ꝛc. in Menge umsonst zu haben ist. Dieses Kohlenpulver zeigte sich am wirksamsten, nachdem es einen Winter hindurch der Luft exponirt gewesen war. Für die Folge werden aber auch Versuche mit Kohle von harten Holzarten, so mit Torfkohle, und mit thierischer Kohle angestellt werden, obgleich wohl mit Wahrscheinlichkeit vorauszusehen, daß keine derselben so entsprechen wird, als die Fichtenkohle, ihrer Porosität und leichtern Zersetzbarkeit wegen.

Zu bemerken ist übrigens, daß alle auf erwähnte Art zu behandelnden Pflanzen reichliches Begießen bedürfen, indem es leicht begreiflich ist, daß ohne dieses, da die Luft bei weitem leichter die Wurzelballen durchdringen und austrocknen kann, ein Mißlingen jedes Versuchs fast unvermeidlich ist.

Dieser Wirksamkeit der Kohle liegt wohl zuerst zu Grunde, die Theile der Pflanzen, die mit ihr in Berührung gebracht werden, seien es Wurzeln, Zweige, Blätter oder Blattstücke, eine geraume Zeit unverändert in ihrer Lebensthätigkeit zu erhalten, so daß das Individuum Zeit gewinnt, aus sich selbst die Organe zu entwickeln, die zu seiner weiteren Erhaltung und Fortpflanzung nothwendig sind. Es leidet auch wohl fast keinen Zweifel, daß die Kohle bei ihrer Zersetzung — nach mehreren, vielleicht 5 bis 6 Jahren ist dieselbe, wenn sie beständig in Thätigkeit bleibt, zu Kohlenerde geworden — Kohlenstoff

oder Kohlenoxid der Pflanze in reichlicher Menge zuführt und durch diese Mittheilung des Hauptbestandtheils der pflanzlichen Nahrung Wirkungen hervorzubringen vermag; wie wäre denn sonst das tiefere Grün und die Ueppigkeit der Blätter, ja das ganzen Wachsthums zu erklären, die bei der besten Cultur in irgend einer Erdart nach dem Urtheil erfahrener Männer nicht erzielt werden konnte. Sie wirkt auch insofern äußerst günstig, als sie die von den Wurzeln absorbirten Theile zersetzt und auffaugt und dadurch die Erde immer rein von faulenden Substanzen, die oft Ursache des Absterbens der Spongiolen sind, erhält. Ihre Porosität, so wie das Vermögen, das Wasser rasch aufzusaugen und nach geschehener Sättigung alles übrige durchsickern zu lassen, sind gewiß nicht minder Ursache der günstigen Ergebnisse. Welche nahe Verwandtschaft übrigens die Bestandtheile der Kohle zu allen Pflanzen haben müssen, geht daraus hervor, daß alle angestellten Versuche die Bemühungen krönten, und zwar bei der großen Verschiedenheit der Pflanzenfamilien, die denselben unterworfen wurden. (Buchner's Repertorium, II. Reihe XIX. Bd. S. 38.)

Ueber Ernährung der Pflanzen

vom

Forst-Rathe Dr. Th. Hartig.

Wenn heute eine Sandschelle, deren Boden kaum erkennbare Spuren von Humus enthält, mit Kiefern angesäet und sorgfältig bewirthschaftet wird, so liefert nach einer Reihe von Jahren der aus der Saat hervorgegangene Holzbestand nicht allein eine beträchtliche Kohlenstoffmasse in der Holzernte, sondern auch die Fruchtbarkeit des Bodens zeigt sich durch einen erhöhten Humusgehalt gesteigert. Wo kann diese Kohlenstoffmasse herstammen, wenn nicht aus der Luft.

Kann in diesem Falle ein Holzbestand auf schlechtem Boden seinen und seines Bodens Kohlenstoff aus der Luft beziehen, so wird er diese Fähigkeit auf einem in seinen anorganischen Bestandtheilen besseren Boden in nicht geringerem Grade besitzen.

Wenn es eine nicht in Abrede zu stellende Thatsache ist, daß der jährliche Laubabfall geschlossener Waldbestände hinreicht, auf fruchtbarem Boden mehr als hinreichend ist, denselben in seinem Humusgehalte zu erhalten, so ist es mathematisch gewiß, daß die gesammte Holz-Production der Wälder ihrer Masse nach aus der Atmosphäre stamme.

Eben so bestimmt erkennen wir in unsern Wäldern, daß

der atmosphärische Kohlenstoff durch die Blätter in die Pflanze, aufgenommen wird, denn in geschlossenen Beständen ist der Blattschirm so dicht, daß nur die gröbsten Niederschläge, und diese erst dann, wenn sie wenig Kohlenstoff enthalten, den Boden erreichen; alle feineren atmosphärischen Niederschläge und die mit Kohlensäure reichlich geschwängerten ersten Tropfen gröberer Niederschläge werden von den Blättern gierig eingesogen und erreichen den Boden nicht.

Trotz dem erkennen wir eine weit größere Abhängigkeit des Pflanzenwuchses von der Bodenbeschaffenheit als vom Klima. Guter Boden vermag in weit höherem Grade die Ungunst des Klima als eine günstige Atmosphäre die schlechte Beschaffenheit des Bodens zu heben; den Erfahrungen über Abhängigkeit des Pflanzenwuchses vom Boden, über den günstigen Einfluß, welchen besonders der Humus äußert, müssen sich alle Resultate wissenschaftlicher Untersuchungen, alle Erkenntniß der Nahrung und Ernährung des Pflanzenkörpers unterordnen.

Es ist die Frage: worin die Abhängigkeit des Pflanzenwuchses von der Beschaffenheit des Standorts begründet sei, eine der wichtigsten für den Acker- und Forstwirth. Meine Erfahrungen und Ansichten hierüber sind enthalten im ersten Bande der achten Auflage des Lehrbuches für Förster (Luft-, Boden- und Pflanzenkunde in ihrer Anwendung auf Forstwirthschaft). Stuttgart bei Cotta 1840.

Neuere Versuche haben mir einige für die Lehre von der Ernährung der Pflanzen nicht unwichtige Resultate geliefert. Dem Wunsche des verehrten Herrn Verfassers vorliegenden Werkes entsprechend theile ich dieselben in Folgendem mit.

1) Die Pflanzen nehmen keine sogenannten Extractivstoffe, keine Humusauflösung aus dem Boden auf.

Vier größere Glascylinder wurden gefüllt mit einer Auflösung sogenannter Humussäure aus Dammerde in Kali, und zwar in der Art, daß dem ersten Glase die Auflösung sehr concentrirt und dunkel-schwarzbraun jedem der folgenden Gläser mit der Hälfte Wasser verdünnt gegeben wurde, so daß das zweite Glas nur ½, das dritte nur ¼, das vierte nur ⅛ der Humusauflösung enthielt. In diesen Gläsern wurden junge Bohnenpflanzen erzogen, und es zeigte sich ein verhältnißmäßig kräftigeres und rascheres Wachsen der Pflänzchen, *je mehr* Humus die Auflösung enthielt. Nachdem ich mich auf diese Weise von der günstigen Wirkung des aufgelösten humussauren Kali im Allgemeinen überzeugt hatte, kam es darauf zu erforschen, ob und wieviel dieses Stoffes von den Wurzeln der Pflanze aufgesogen werde. Zu diesem Zwecke wurden sehr kleine Glascylinder von 3 Zoll Länge, 4 Linien innerem Durchmesser und 0,35 Loth Wassergehalt mit einer Lösung von humussaurem Kali gefüllt, in welcher 0,057 p. c. des Wassergewichtes oder in 0,35 Loth Wasser 0,0002 Loth trocknes humussaures Kali aufgelöst waren.

In die gefüllten Cylinder wurden kleine Bohnenpflänzchen gebracht, welche freudig wuchsen und bald eine Menge Wurzeln entwickelten. In den ersten 14 Tagen wurde täglich die Hälfte der stets durch destillirtes Wasser ergänzten Flüssigkeit, in den folgenden 14 Tagen, von Morgens 5½ Uhr bis Abends 7 Uhr ¾, in der Nacht ¼ derselben, binnen 24 Stunden daher durchschnittlich die ganze Wassermasse des Gefäßes, *das Doppelte des Gewichts der Pflanze* betragend, von den Wurzeln derselben eingesogen. Die Gewichtzunahme der einzelnen

Pflanze während der einmonatlichen Versuchszeit betrug 0,1076 Loth. Die Pflanzen hatten eine Höhe von 5 Zoll und eine Stammdicke von 1½ Par. Linien erreicht. Während der Versuchszeit konnte das Auge eine Verminderung des Humus in der Lösung nicht entdecken. War am Abende heißer und sonniger Tage die Flüssigkeit bis auf ¼ aufgesogen, so zeigte sich der Rückstand verhältnißmäßig dunkler gefärbt und erhielt nach dem Auffüllen mit destillirtem Wasser und Mengung desselben mit dem Rückstande wieder die ursprüngliche Färbung. Die Wurzeln nahmen also das Wasser mit Zurücklassung der Humuslösung auf. Nach Verlauf eines Monats wurde die Flüssigkeit, in welcher die Pflanzen gewachsen, untersucht und es ergab sich eine Verminderung der Humusmenge von 0,0001 Loth. Diese höchst unbedeutende Verminderung rührt theils daher, daß sich etwas Humussäure an den Wurzeln der Pflanze flockig niedergeschlagen hatte. Wollte man annehmen, daß die Hälfte der Verminderung = 0,00005 Loth von den Wurzeln wirklich aufgesogen, nicht durch Bildung von Kohlensäure verschwunden sei, so ist dennoch die Menge im Verhältniß zur Gewicht- und Volumvermehrung der Pflanzen so gering, daß man sie füglich als unwesentlich beim Ernährungsprocesse außer Acht lassen kann.

Dieselben Gläser mit denselben Pflanzen wurden nun nach dieser ersten Untersuchung mit einer filtrirten Abkochung reiner Dammerde von dunkelbrauner Färbung angefüllt. Nach Verlauf von drei Wochen konnte auch hier das Auge keine Lichtung der Flüssigkeit entdecken.

Dieselben Versuche wurden mit humussaurem Ammoniak und mit humussaurem Natron wiederholt; aber nirgend ließ sich eine Verminderung der aufgelösten Stoffe und Entfärbung der Flüssigkeit entdecken, obgleich die Pflanzen täglich fast die ganze

1) Die Pflanzen nehmen keine sogenannten Extractivstoffe, keine Humusauflösung aus dem Boden auf.

Vier größere Glascylinder wurden gefüllt mit einer Auflösung sogenannter Humussäure aus Dammerde in Kali, und zwar in der Art, daß dem ersten Glase die Auflösung sehr concentrirt und dunkel-schwarzbraun jedem der folgenden Gläser mit der Hälfte Wasser verdünnt gegeben wurde, so daß das zweite Glas nur ½, das dritte nur ¼, das vierte nur ⅛ der Humusauflösung enthielt. In diesen Gläsern wurden junge Bohnenpflanzen erzogen, und es zeigte sich ein verhältnißmäßig kräftigeres und rascheres Wachsen der Pflänzchen, *je mehr* Humus die Auflösung enthielt. Nachdem ich mich auf diese Weise von der günstigen Wirkung des aufgelösten humussauren Kali im Allgemeinen überzeugt hatte, kam es darauf zu erforschen, ob und wieviel dieses Stoffes von den Wurzeln der Pflanze aufgesogen werde. Zu diesem Zwecke wurden sehr kleine Glascylinder von 3 Zoll Länge, 4 Linien innerem Durchmesser und 0,35 Loth Wassergehalt mit einer Lösung von humussaurem Kali gefüllt, in welcher 0,057 p. c. des Wassergewichtes oder in 0,35 Loth Wasser 0,0002 Loth trocknes humussaures Kali aufgelöst waren.

In die gefüllten Cylinder wurden kleine Bohnenpflänzchen gebracht, welche freudig wuchsen und bald eine Menge Wurzeln entwickelten. In den ersten 14 Tagen wurde täglich die Hälfte der stets durch destillirtes Wasser ergänzten Flüssigkeit, in den folgenden 14 Tagen, von Morgens 5½ Uhr bis Abends 7 Uhr ¾, in der Nacht ¼ derselben, binnen 24 Stunden daher durchschnittlich die ganze Wassermasse des Gefäßes, *das Doppelte des Gewichts der Pflanze* betragend, von den Wurzeln derselben eingesogen. Die Gewichtzunahme der einzelnen

Pflanze während der einmonatlichen Versuchszeit betrug 0,1076 Loth. Die Pflanzen hatten eine Höhe von 5 Zoll und eine Stammdicke von 1½ Par. Linien erreicht. Während der Versuchszeit konnte das Auge eine Verminderung des Humus in der Lösung nicht entdecken. War am Abende heißer und sonniger Tage die Flüssigkeit bis auf ¼ aufgesogen, so zeigte sich der Rückstand verhältnißmäßig dunkler gefärbt und erhielt nach dem Auffüllen mit destillirtem Wasser und Mengung desselben mit dem Rückstande wieder die ursprüngliche Färbung. Die Wurzeln nahmen also das Wasser mit Zurücklassung der Humuslösung auf. Nach Verlauf eines Monats wurde die Flüssigkeit, in welcher die Pflanzen gewachsen, untersucht und es ergab sich eine Verminderung der Humusmenge von 0,0001 Loth. Diese höchst unbedeutende Verminderung rührt theils daher, daß sich etwas Humussäure an den Wurzeln der Pflanze flockig niedergeschlagen hatte. Wollte man annehmen, daß die Hälfte der Verminderung = 0,00005 Loth von den Wurzeln wirklich aufgesogen, nicht durch Bildung von Kohlensäure verschwunden sei, so ist dennoch die Menge im Verhältniß zur Gewicht- und Volumvermehrung der Pflanzen so gering, daß man sie füglich als unwesentlich beim Ernährungsprocesse außer Acht lassen kann.

Dieselben Gläser mit denselben Pflanzen wurden nun nach dieser ersten Untersuchung mit einer filtrirten Abkochung reiner Dammerde von dunkelbrauner Färbung angefüllt. Nach Verlauf von drei Wochen konnte auch hier das Auge keine Lichtung der Flüssigkeit entdecken.

Dieselben Versuche wurden mit humussaurem Ammoniak und mit humussaurem Natron wiederholt; aber nirgend ließ sich eine Verminderung der aufgelösten Stoffe und Entfärbung der Flüssigkeit entdecken, obgleich die Pflanzen täglich fast die ganze

Flüssigkeit der Gefäße absorbirten. Ich glaube daher zu dem Schlusse berechtigt zu sein, daß die Pflanzenwurzeln keine Humuslösung aus dem Boden aufnehmen.

2) Die Pflanzen nehmen Kohlensäure durch die Wurzeln aus dem Boden auf.

Zwei Glasröhren von 8 Zoll Länge und 4 Linien innerem Durchmesser wurden am unteren Ende durch eine sehr enge gebogene Glasröhre in Verbindung gesetzt, so daß die beiden Schenkel parallel neben einander standen. Nachdem der Apparat mit kohlensaurem Wasser gefüllt worden, wurde in die obere Oeffnung des einen Schenkels eine reich bewurzelte junge Bohnenpflanze, deren Wurzeln 2½ Zoll tief in die Flüssigkeit hinab reichten, eingesenkt, und die Oeffnung mit Kautschuck luftdicht verschlossen, der Luftzutritt zum kohlensauren Wasser im zweiten Schenkel des Apparats durch eine Oelschicht verhindert. Die Pflanze absorbirte täglich ihr eigenes Gewicht an Feuchtigkeit, welche alle Abende in dem mit Oel abgesperrten Schenkel durch destillirtes Wasser ergänzt wurde.

Die Menge des kohlensauren Wassers im Apparate lieferte ursprünglich mit Kalkwasser einen Niederschlag von 0,0035 Loth kohlensaurem Kalke; nachdem die Pflanze acht Tage in der Flüssigkeit vegetirt hatte, wog der Niederschlag nur noch 0,0012 Loth. Bei der Untersuchung wurde die obere Oeffnung des Schenkels ohne Pflanze luftdicht verschlossen, aus dem andern Schenkel die Pflanze herausgenommen und die Flüssigkeit schichtenweise von 2½ zu 2½ Zoll untersucht. In der oberen Schicht, welche die Pflanzenwurzeln umgeben hatte, fanden sich kaum Spuren von Kohlensäure; die darauf folgenden Schichten zeigten kaum eine Verringerung derselben gegen den ursprünglichen Säuregehalt. Der Schenkel ohne Pflanze enthielt

natürlich nur wenig Kohlensäure, da sein kohlensaures Wasser in den Pflanzenschenkel größtentheils eingesogen und durch destillirtes Wasser ersetzt worden war.

Wenn sich hieraus ergiebt, daß die Pflanzen kohlensaures Wasser aus dem Boden durch die Wurzeln aufnehmen, so muß auch, da das Endresultat der Zersetzung des Humus Kohlensäure ist, dem Kohlenstoff der Dammerde Ernährungsfähigkeit zugestanden werden.

Es ergiebt sich ferner aus dem Versuche, daß, da die Wurzeln das kohlensaure Wasser in ihrer nächsten Umgebung entsäuert hatten, die Kohlensäure mit Auswahl und Abscheidung von den Wurzeln aufgenommen wird.

Der Versuch wurde mehrere Male wiederhohlt und ziemlich übereinstimmende Resultate erlangt.

3) Die Kohlensäure im Boden ist nicht unbedingt nöthig zum Wachsthume der Pflanzen, selbst nicht zur Blüthe und Fruchtbildung.

Bohnenpflanzen, gezogen in geglühtem, pulverisirten und geschlemmten Quarz, wie solcher zur Porcellan-Fabrication verwendet wird, begossen mit destillirtem Wasser lieferten mir Blüthe und Früchte. Ich habe eine solche Pflanze mit vier kräftigen Schoten vor mir stehen, von denen die älteste bereits 2 Zoll 9 Linien lang und 5½ Linien breit ist. Organische Stoffe waren hier gänzlich ausgeschlossen. Leider zeigte sich bei einer nachträglichen Untersuchung des Quarzes derselbe nicht so frei von Kalk, Talk und Eisen, daß sich aus dem Aschenrückstande Schlüsse auf das Bedürfniß der Pflanze an anorganischen Stoffen ziehen ließen; bei wiederholtem Versuche werde ich diesen Fehler beseitigen. Auffallend ist der ungemein große Gehalt der im Quarz gezogenen Pflanzen an Kieselerde.

erde bei Gesneria und Gloxinia, so wie bei den tropischen Aroideen mit knolligen Wurzeln. Die beiden ersteren Gattungen erregten bald durch die größte Ueppigkeit aller ihrer Theile die Bewunderung der Kenner. Die Stengel übertrafen an Dicke, so wie die Blätter an dunkler Färbung und Straffheit, die auf gewöhnliche Weise cultivirten Exemplare; die Blüthe ließ nichts zu wünschen übrig, und ihre Vegetation dauerte ausnehmend lange, so daß jetzt in Mitte des Novembers, wo die meisten der anderen Exemplare bis auf die Knole abgestorben, diese noch in üppiger Frische dastehen und theilweise blühen. Die Aroideen zeigten ein sehr rasches Wurzelvermögen, und ihre Blätter übertreffen an Größe die nicht so behandelten um Vieles; die Arten, welche wir ihrer schönen Färbung der Blätter wegen als Zierpflanzen ziehen (man denke nur an Caladium bicolor, pictum, paecile ꝛc.), machten sich durch das lebhafteste Colorit noch bemerkbarer; auch trat hier der Fall wieder ein, daß ihre Vegetationsperiode ungewöhnlich lang fortdauerte. Cactus, die in einer Mischung von gleichen Theilen Kohle und Erde gepflanzt wurden, wucherten förmlich und überwuchsen ihre vorherige Größe in einigen Wochen um die Hälfte. Bei einigen Bromeliaceen und Liliaceen leistete die Anwendung der Kohle wesentliche Vortheile, ebenso bei Citrus, Begonia und selbst bei Palmen. In geringeren Quantitäten bei fast allen Pflanzenarten, bei denen man Sand zur Lockererhaltung der Erde anwendet; nach dem Verhältniß des Sandzusatzes, anstatt diesen beigemischt, verfehlte die Kohle ihre Wirkung nicht und erzielte immer eine kräftige Vegetation.

Zugleich mit obigen Versuchen der Untermischung der Kohle unter Erdarten wurde sie auch rein ohne Zusatz zur Vermehrung der Pflanzen angewendet und auch hierbei erhielt ich die erfreulichsten Resultate. Stöcklinge, von den verschiedensten

Gattungen bewurzelten ſich darin ſehr ſchnell und gut; ich erwähne nur Euphorbia fastuosa und fulgens in 10 Tagen, Pandanus utilis in 3 Monaten, P. amaryllifolius, Chamaedorea elatior in 4 Wochen, Piper-nigrum, Begonia, Ficus, Cecropia, Chiococca, Buddleja, Hakea, Phyllanthus, Capparis, Laurus, Stifftia, Jacquinia, Mimosa, Cactus in 8 bis 10 Tagen einige 40 Species, Ilex und viele andere. Doch auch Blätter und Blattſtücke, ſelbſt Pedunculi, wurden zum Wurzeln und theilweiſe zur Augenbildung in reine Kohle gebracht. So gelang es unter Anderm, die Foliola mehrerer Cycadeen zum Wurzeln zu bringen, eben ſo einzelne Theile des gefiederten Blattes von Bignonia Telsairiae und Jacaranda brasiliensis, Blätter von Euphorbia fastuosa, Oxalis Barrelieri, Ficus, Cyclamen, Polyanthes, Mesembrianthemum, auch zartlaubige Pflanzen, wie Lophospermum und Martynia, Stücke eines Blattes der Agave americana, Nadelbündel von Pinus ꝛc., alle ohne einen Anſatz eines vorbereiteten Auges.

Zu Kurmittel für kranke Pflanzen hat ſich auch die reine Kohle ſehr vortrefflich bewieſen. So wurde z. B. eine Dorianthes excelsa, die ſeit drei Jahren immer nur zurückgegangen war, in kurzer Zeit völlig geſund hergeſtellt. Einem Pomeranzenbäumchen, welches die leider ſehr häufige Krankheit, das Gelbwerden der Blätter, hatte, wurde dadurch, daß die obere Erdſchicht hinweggenommen und 1 Zoll dick ein Ring von Kohle in die Peripherie des Topfes geſtreut wurde, binnen 4 Wochen ſeine geſunde grüne Farbe wieder gegeben. Derſelbe Fall war bei Gardenia.

Es würde zu weit führen, alle Verſuche mit ihren Reſultaten, die mit der Kohle angeſtellt wurden, hier aufzuzählen; es gehört auch nicht mehr in das Bereich dieſer Blätter, in-

Chemiſche Metamorphoſen.

Die organiſchen Verbindungen, Holzfaſer, Zucker, Gummi und alle übrigen erleiden bei Berührung mit andern Körpern gewiſſe Aenderungen in ihren Eigenſchaften, ſie erleiden eine Zerſetzung.

Dieſe Zerſetzungsweiſen nehmen in der organiſchen Chemie zweierlei Formen an.

Denken wir uns eine aus zwei zuſammengeſetzten Körpern beſtehende Verbindung, die kryſtalliſirte Oxalſäure z. B., die wir mit concentrirter Schwefelſäure in Berührung bringen, ſo erfolgt bei der gelindeſten Erwärmung eine vollkommne Zerſetzung. Die kryſtalliſirte Oxalſäure iſt eine Verbindung von Waſſer mit Oxalſäure, die concentrirte Schwefelſäure beſitzt zu dem Waſſer eine bei weitem größere Anziehung als die Oxalſäure, ſie entzieht der kryſtalliſirten alles Waſſer. In Folge dieſer Waſſerentziehung wird waſſerfreie Oxalſäure abgeſchieden, aber dieſe Säure kann für ſich, ohne mit einem andern Körper verbunden zu ſein, nicht beſtehen; ihre Beſtandtheile theilen ſich in Kohlenſäure und Kohlenoxid, die ſich zu gleichen Raumtheilen gasförmig entwickeln.

In dieſem Beiſpiel iſt Zerſetzung in Folge des Austretens zweier Beſtandtheile (der Elemente des Waſſers) vor ſich gegangen, die ſich mit der Schwefelſäure vereinigt haben. Die

Ueber Ernährung der Pflanzen

vom

Forst-Rathe Dr. Th. Hartig.

Wenn heute eine Sandschelle, deren Boden kaum erkennbare Spuren von Humus enthält, mit Kiefern angesäet und sorgfältig bewirthschaftet wird, so liefert nach einer Reihe von Jahren der aus der Saat hervorgegangene Holzbestand nicht allein eine beträchtliche Kohlenstoffmasse in der Holzernte, sondern auch die Fruchtbarkeit des Bodens zeigt sich durch einen erhöhten Humusgehalt gesteigert. Wo kann diese Kohlenstoffmasse herstammen, wenn nicht aus der Luft.

Kann in diesem Falle ein Holzbestand auf schlechtem Boden seinen und seines Bodens Kohlenstoff aus der Luft beziehen, so wird er diese Fähigkeit auf einem in seinen anorganischen Bestandtheilen besseren Boden in nicht geringerem Grade besitzen.

Wenn es eine nicht in Abrede zu stellende Thatsache ist, daß der jährliche Laubabfall geschlossener Waldbestände hinreicht, auf fruchtbarem Boden mehr als hinreichend ist, denselben in seinem Humusgehalte zu erhalten, so ist es mathematisch gewiß, daß die gesammte Holz-Production der Wälder ihrer Masse nach aus der Atmosphäre stamme.

Eben so bestimmt erkennen wir in unsern Wäldern, daß

der atmosphärische Kohlenstoff durch die Blätter in die Pflanze, aufgenommen wird, denn in geschlossenen Beständen ist der Blattschirm so dicht, daß nur die gröbsten Niederschläge, und diese erst dann, wenn sie wenig Kohlenstoff enthalten, den Boden erreichen; alle feineren atmosphärischen Niederschläge und die mit Kohlensäure reichlich geschwängerten ersten Tropfen gröberer Niederschläge werden von den Blättern gierig eingesogen und erreichen den Boden nicht.

Trotz dem erkennen wir eine weit größere Abhängigkeit des Pflanzenwuchses von der Bodenbeschaffenheit als vom Klima. Guter Boden vermag in weit höherem Grade die Ungunst des Klima als eine günstige Atmosphäre die schlechte Beschaffenheit des Bodens zu heben; den Erfahrungen über Abhängigkeit des Pflanzenwuchses vom Boden, über den günstigen Einfluß, welchen besonders der Humus äußert, müssen sich alle Resultate wissenschaftlicher Untersuchungen, alle Erkenntniß der Nahrung und Ernährung des Pflanzenkörpers unterordnen.

Es ist die Frage: worin die Abhängigkeit des Pflanzenwuchses von der Beschaffenheit des Standorts begründet sei, eine der wichtigsten für den Acker- und Forstwirth. Meine Erfahrungen und Ansichten hierüber sind enthalten im ersten Bande der achten Auflage des Lehrbuches für Förster (Luft-, Boden- und Pflanzenkunde in ihrer Anwendung auf Forstwirthschaft). Stuttgart bei Cotta 1840.

Neuere Versuche haben mir einige für die Lehre von der Ernährung der Pflanzen nicht unwichtige Resultate geliefert. Dem Wunsche des verehrten Herrn Verfassers vorliegenden Werkes entsprechend theile ich dieselben in Folgendem mit.

Chlor noch mit Stickſtoff verbinden, und die Berührung irgend einer feſten Subſtanz reicht bei dem Jodſtickſtoff und dem Silberoxid-Ammoniak hin, um ein Zerfallen mit Exploſion zu Wege zu bringen.

Niemand hat ſe daran gedacht, die Urſache der Zerlegung dieſer Körper einer beſonderen von der chemiſchen Verwandtſchaft verſchiedenen Kraft zuzuſchreiben, welche thätig wird z. B. durch Berührung mit dem Barte einer Feder und die in Folge ihres Auftretens die Zerſetzung bedingt; man betrachtete von jeher dieſe Körper als chemiſche Verbindungen der ſchwächſten Art, in denen alſo die Beſtandtheile in einem Zuſtande der Spannung ſich befinden, die in jeder auch der geringſten Störung die chemiſche Verwandtſchaft überwiegt. Dieſe Verbindungen beſtehen nur durch die Kraft der Trägheit (vis inertiae), ein jedes in Bewegung ſetzen, die Reibung, ein Stoß, reichen hin, um das ſtatiſche Moment der Anziehung der Beſtandtheile, d. h. das Beſtehen in einer beſtimmten Form, aufzuheben.

Das Waſſerſtoffhyperoxid gehört zu dieſer Klaſſe von Körpern; es zerlegt ſich mit allen Subſtanzen, die ihm den Sauerſtoff entziehen, es zerlegt ſich ſelbſt augenblicklich durch Berührung mit vielen Körpern, wie mit Platin und metalliſchem Silber, welche keine Verbindung hierbei eingehen, und in dieſer Beziehung wird ſeine Zerſetzung offenbar durch die nemliche Urſache bedingt, welche das Zerfallen des Jodſtickſtoffs und Knallſilbers veranlaßt. Bei dem Waſſerſtoffhyperoxide hat man, merkwürdiger Weiſe, die Urſache der plötzlichen Trennung ſeiner Beſtandtheile als eine, von den gewöhnlichen Urſachen verſchiedene angeſehen, und ſie einer neuen Kraft zugeſchrieben, der man den Namen katalytiſche Kraft gegeben hat; man hat dabei aber nicht erwogen, daß die Wirkung des Platins und Silbers nur eine beſchleu-

nigende iſt, denn auch ohne Berührung mit dieſen Metallen zerlegt es ſich unabwendbar von ſelbſt, obwohl erſt in längerer Zeit, beim bloßen Aufbewahren. Die plötzliche Trennung der Beſtandtheile des Waſſerſtoffhyperoxids unterſcheidet ſich von der des gasförmigen Chloroxids oder des feſten Jodſtickſtoffs nur inſofern, als ſeine Zerſetzung in einer Flüſſigkeit vor ſich geht.

Die merkwürdigſte Erſcheinung in dem Verhalten des Waſſerſtoffhyperoxids, und gerade diejenige, welche vor allem Andern die Aufmerkſamkeit feſſelt, inſofern ſie aus der Reihe der bekannten heraustritt, iſt die Reduction, welche gewiſſe Oxide bei Berührung mit Waſſerſtoffhyperoxid erleiden, in dem Augenblicke, wo ſich ſein Sauerſtoff von dem Waſſer trennt; hierher gehören Silberoxid, Bleihyperoxid und andere, in denen aller oder ein Theil des Sauerſtoffs nur mit einer ſchwachen Kraft gebunden iſt.

Während andere Oxide, in denen die Beſtandtheile durch eine mächtige Verwandtſchaft zuſammengehalten werden, durch Berührung mit dem Waſſerſtoffhyperoxid ſeine Zerlegung bewirken, ohne die geringſte Aenderung zu erleiden, trennt ſich, bei Anwendung von Silberoxid, mit dem ſich entwickelnden Sauerſtoff des Waſſerſtoffhyperoxids aller Sauerſtoff des Silberoxids und es bleibt metalliſches Silber; von dem Bleihyperoxid trennt ſich, unter denſelben Umſtänden, die Hälfte Sauerſtoff und entweicht als Gas. Man iſt ſelbſt im Stande, auf dieſem Wege eine Zerlegung des Manganhyperoxids in Sauerſtoffgas und Oxidul zu bewerkſtelligen, wenn man gleichzeitig eine chemiſche Verwandtſchaft auf das Manganoxidul in Thätigkeit treten läßt, eine Säure z. B., welche mit dem Oxidul ein lösliches Salz bildet. Verſetzt man Waſſerſtoffhyperoxid mit Salzſäure und bringt ſodann gepulvertes Manganhyper-

oxid hinzu, so erhält man bei weitem mehr Sauerstoffgas als das erstere für sich zu liefern im Stande ist, man findet aber in der rückständigen Flüssigkeit ein Manganoxidulsalz, entstanden aus Manganhyperoxid, dessen Hälfte Sauerstoff sich als Gas entwickelt hat.

Eine ganz ähnliche Erscheinung bietet das kohlensaure Silberoxid dar, wenn es mit manchen organischen Säuren zusammengebracht wird. Pyro-Traubensäure z. B. verbindet sich leicht mit reinem Silberoxid zu einem weißen im Wasser schwerlöslichen Salze; mit kohlensaurem Silberoxid zusammengebracht, trennt sich mit der entweichenden Kohlensäure der Sauerstoff von einem Theil des Silberoxids und es bleibt reguliniſches Silber als schwarzes Pulver zurück. (Berzelius)

Man kann den angeführten Erscheinungen keine andere Erklärung unterlegen, als daß hierbei Zersetzung oder Verbindung in Folge der Berührung mit einem andern Körper herbeigeführt wird, der sich selbst im Zustande der Zersetzung oder Verbindung befindet. Es ist klar, daß die Action, in der sich die Atome des einen Körpers befinden, auf die Atome des danebenliegenden zweitens Körpers von Einfluß ist; sind diese Atome fähig, die nämliche Veränderung zu erfahren, so erleiden sie diese Veränderung; sie gehen Verbindungen oder Zersetzungen ein; allein wenn sie diese Fähigkeit für sich nicht besitzen, so hört ihre weitere Veränderung von dem Augenblick an auf, wo sich die Atome des ersteren Körpers in Ruhe befinden, wo mithin die Veränderung oder die Metamorphose dieses Körpers vollendet ist.

Der eine Körper übt auf den andern eine ähnliche Wirkung aus, wie wenn ein brennender Körper mit einem verbrennlichen zusammengebracht wird, nur mit dem Unterschiede, daß die Ursache der Mittheilung des Zustandes und der Fort-

dauer dieses Zustandes, eine andere ist. Bei dem verbrennlichen Körper ist diese Ursache die Temperatur, welche sich in jedem Zeitmomente wieder neu erzeugt; in den Zersetzungs- und Verbindungserscheinungen, die wir betrachten, ist diese Ursache ein in chemischer Action begriffener Körper, und nur so lange thätig, als diese Action dauert.

Wir kennen aus zahllosen Erfahrungen, welchen Einfluß das bloße in Bewegung setzen auf die Aeußerung der chemischen Kräfte ausübt, in einer Menge von Salzlösungen äußert sich z. B. die Cohäsionskraft nicht, wenn sie in der Wärme gesättigt, bei völliger Ruhe erkalten; das aufgelöste Salz scheidet sich nicht kristallinisch aus, aber ein Sandkorn in die Flüssigkeit geworfen, die kleinste Erschütterung reicht hin, um die ganze Auflösung plötzlich und unter Wärmeentwickelung zum Erstarren zu bringen; wir sehen die nämliche Erscheinung bei Wasser, was weit unter 0° bei völliger Ruhe erkaltet werden kann, ohne zu gefrieren, was aber in dem Momente fest wird, wo seine Theile in Bewegung gesetzt werden.

Um in einer bestimmten Weise sich anzuziehen und zu ordnen, muß die Trägheit zuerst überwunden werden, die Atome müssen in Bewegung gesetzt werden.

Eine verdünnte Auflösung eines Kalisalzes mit Weinsäure gemischt, giebt in der Ruhe keinen Niederschlag; setzt man die Flüssigkeit durch heftiges Umschütteln in Bewegung, so treibt sie sich augenblicklich und setzt Kristalle von Weinstein ab.

Eine Auflösung von einem Bittererdesalz, welche durch phosphorsaures Ammoniak nicht getrübt wird, setzt augenblicklich phosphorsaures Bittererde-Ammoniak an den Gefäßwänden ab, an den Stellen, wo sie mit einem Glasstabe in der Flüssigkeit gerieben werden.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit,

des Beharrungsvermögens, verurſacht in den ſo eben angeführten Bildungs- und Zerſetzungsproceſſen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entſtehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.

Wie ſich von ſelbſt verſteht, müſſen dieſe Atome die Fähigkeit beſitzen, ſich auf dieſe beſtimmte Weiſe zu ordnen, denn ſonſt würde Reibung und Bewegung, ohne den geringſten Einfluß darauf ſein.

Das bloße Beharren in der Lage, wo ſich die Atome eines Körpers befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuſtänden mit anderen Eigenſchaften begabt erſcheinen, als ſie nach ihren natürlichen Anziehungen beſitzen. Geſchmolzener und raſch erkalteter Zucker und Glas ſind durchſichtig, von muſchlichem Bruch, beide bis zu einem gewiſſen Grade elaſtiſch und biegſam; der erſtere wird beim Aufbewahren matt und undurchſichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem kriſtalliſirten Zucker angehören; das Glas nimmt dieſen Zuſtand an und wird weiß und undurchſcheinend, hart, ſo daß es am Stahle Funken giebt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zuſtande erhalten wird. Offenbar beſaßen die Atome der beiden Körper, in dieſen verſchiedenen Zuſtänden, verſchiedene Lagen, in dem erſteren war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäſionskraft am ſtärkſten war. Wir wiſſen, daß der geſchmolzene Schwefel beim raſchen Abkühlen in kaltem Waſſer weich, durchſichtig und elaſtiſch bleibt und ſich in lange Fäden ziehen läßt, und daß er erſt nach Stunden oder Tagen wieder hart und kryſtalliniſch wird.

Das Bemerkenswertheſte hierbei iſt unſtreitig, daß der amorphe Zucker oder Schwefel, ohne Mitwirken einer äußeren Urſache, in den kriſtalliniſchen Zuſtand wieder zurückkehrt, denn

dieß ſetzt voraus, daß ihre Atome eine andere Lage angenommen haben, daß ſie mithin ſelbſt im feſten Zuſtande bis zu einem gewiſſen Grade Beweglichkeit beſitzen. Die raſcheſte Umſetzung oder Formänderung dieſer Art kennt man vom Arragonit, identiſch in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung mit dem Kalkſpath, beweiſ't ſeine verſchiedene Kryſtallform und Härte, daß ſeine Atome auf eine andere Weiſe geordnet ſind, als wie beim Kalkſpath; beim Erwärmen eines Arragonitkryſtalls, bei dem Inbewegungſetzen ſeiner Atome durch die Ausdehnung heben wir ihr Beharrungsvermögen auf und mit großer Kraft zerſpringt in Folge deſſen der Arragonitkryſtall zu einem Haufwerk von Kryſtallen und Kalkſpath.

Es iſt unmöglich, ſich über die Urſachen dieſer Veränderungen zu täuſchen, ſie iſt eine Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe, in Folge welcher die in Bewegung geſetzten Theilchen eines Körpers entweder andern, oder ihren eigenen natürlichen Anziehungen folgen.

Wenn aber, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die mechaniſche Bewegung ſchon hinreicht, um bei vielen Körpern eine Form und Zuſtandsänderung zu bewirken, ſo kann es um ſo weniger zweifelhaft erſcheinen, daß ein im Zuſtand der Verbindung oder Zerſetzung begriffener Körper fähig iſt, gewiſſen andern Körpern den nämlichen Zuſtand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem ſich ſeine Atome befinden, durch ſeine Berührung alſo mit andern Körpern, dieſe zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zerſetzungen zu erleiden.

Dieſer Einfluß iſt durch die angeführten Thatſachen aus dem Verhalten anorganiſcher Körper hinreichend belegt worden, er zeigt ſich bei den organiſchen Materien bei weitem häufiger und nimmt die Form an von den umfaſſendſten und bewundernswürdigſten Naturerſcheinungen.

Chemiſche Metamorphoſen.

Die organiſchen Verbindungen, Holzfaſer, Zucker, Gummi und alle übrigen erleiden bei Berührung mit andern Körpern gewiſſe Aenderungen in ihren Eigenſchaften, ſie erleiden eine Zerſetzung.

Dieſe Zerſetzungsweiſen nehmen in der organiſchen Chemie zweierlei Formen an.

Denken wir uns eine aus zwei zuſammengeſetzten Körpern beſtehende Verbindung, die kryſtalliſirte Oxalſäure z. B., die wir mit concentrirter Schwefelſäure in Berührung bringen, ſo erfolgt bei der gelindeſten Erwärmung eine vollkommne Zerſetzung. Die kryſtalliſirte Oxalſäure iſt eine Verbindung von Waſſer mit Oxalſäure, die concentrirte Schwefelſäure beſitzt zu dem Waſſer eine bei weitem größere Anziehung als die Oxalſäure, ſie entzieht der kryſtalliſirten alles Waſſer. In Folge dieſer Waſſerentziehung wird waſſerfreie Oxalſäure abgeſchieden, aber dieſe Säure kann für ſich, ohne mit einem andern Körper verbunden zu ſein, nicht beſtehen; ihre Beſtandtheile theilen ſich in Kohlenſäure und Kohlenoxid, die ſich zu gleichen Raumtheilen gasförmig entwickeln.

In dieſem Beiſpiel iſt Zerſetzung in Folge des Austretens zweier Beſtandtheile (der Elemente des Waſſers) vor ſich gegangen, die ſich mit der Schwefelſäure vereinigt haben. Die

größere, die überwiegende Verwandtschaft des einwirkenden Körpers (der Schwefelsäure) zu diesem Wasser war in diesem Fall die Ursache der Zersetzung.

In Folge des Austretens der Bestandtheile des Wassers treten die übrigen Elemente in einer neuen Form zusammen, wir hatten Oxalsäure und bekommen alle Elemente derselben, als Kohlensäure und Kohlenoxid wieder.

Diese Zersetzungsweise, wo also die Veränderung durch einen einwirkenden Körper bewirkt wird, der sich mit einem oder mehreren Bestandtheilen eines zusammengesetzten Körpers verbindet, ist vollkommen ähnlich den Zersetzungen anorganischer Verbindungen.

Denken wir uns salpetersaures Kali, was wir mit Schwefelsäure zusammenbringen, so wird Salpetersäure ausgeschieden, in Folge der Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kali, in Folge also der Bildung einer neuen Verbindung (des schwefelsauren Kalis).

Eine zweite Form nimmt diese Zersetzungsweise an, wenn durch die chemische Verwandtschaft des einwirkenden Körpers, aus den Bestandtheilen des Körpers, welcher zersetzt wird, neue Verbindungen gebildet werden, von denen sich beide, oder nur der eine, mit dem einwirkenden Körper vereinigen.

Nehmen wir z. B. trocknes Holz und befeuchten es mit Schwefelsäure, so erfolgt nach kurzer Zeit unter Wärmeentwicklung eine wahre Verkohlung, wir finden die Schwefelsäure unverändert aber mit mehr Wasser verbunden wieder, als sie vorher enthielt. Dieses Wasser war in dem Holz nur seinen Elementen nach (als Wasserstoff und Sauerstoff) zugegen, beide sind durch die chemische Anziehung der Schwefelsäure, gewissermaßen gezwungen worden sich zu Wasser zu vereinigen, in Folge dessen ist der Kohlenstoff des Holzes als Kohle abgeschieden worden.

Blausäure und Wasser in Berührung mit Salzsäure zerlegen sich beide.

Aus dem Stickstoff der Blausäure und dem Wasserstoff einer gewissen Quantität Wasser entsteht Ammoniak, aus dem Kohlenstoff und Wasserstoff der Blausäure und dem Sauerstoff des Wassers entsteht Ameisensäure.

Das Ammoniak verbindet sich mit der Salzsäure.

Die Berührung der Salzsäure mit Wasser und Blausäure veranlaßte eine Störung in der Anziehung der Elemente von beiden, in Folge welcher sie sich zu zwei neuen Verbindungen ordneten, von denen die eine, das Ammoniak, die Fähigkeit besaß, eine Verbindung mit dem störenden Körper einzugehen.

Auch für diese Zersetzungsweisen, welche nicht minder häufig sind, bietet die anorganische Chemie Analoga dar, allein der organischen Chemie gehören noch ganz andere Zersetzungsweisen an, die sich von den eben angeführten darin unterscheiden, daß der einwirkende Körper keine Verbindung eingeht, mit einem Bestandtheil der Materie, welche die Zersetzung oder Veränderung erfährt.

Es erfolgt in diesen Fällen eine Störung der Anziehungen unter den Elementen der Verbindung in der Art, daß sie sich zu einer oder mehreren neuen Verbindungen ordnen, welche unter gegebenen Bedingungen keiner weiteren Veränderung mehr unterliegen.

Wenn eine organische Verbindung durch chemische Verwandtschaft eines zweiten Körpers, oder durch den Einfluß der Wärme, oder durch irgend andere Ursachen sich zersetzt, und zwar so, daß sich aus ihren Elementen zwei oder mehrere neue Verbindungen bilden, so heißt die Zersetzung eine chemische Metamorphose.

Die Bezeichnung einer chemischen Metamorphose schließt

den beſtimmten Begriff in ſich ein, daß in der Zerſetzung einer organiſchen Verbindung keines ihrer Elemente einzeln in Freiheit geſetzt wird. Die Veränderungen, welche in der organiſchen Natur mit Gährung, Fäulniß und Verweſung bezeichnet werden, ſind chemiſche Metamorphoſen, welche bewirkt werden durch eine bis jetzt unbeachtet gebliebene Urſache, deren Exiſtenz in dem Folgenden dargelegt werden ſoll.

Die Urſache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verweſung bewirkt werden.

Man iſt erſt in der letzten Zeit darauf aufmerkſam geworden, daß ein Körper, der ſich im Zuſtande der Verbindung oder Zerſetzung befindet, auf das Verhalten eines andern ihn berührenden Körpers nicht ohne Einfluß iſt. Platin z. B. zerlegt nicht die Salpeterſäure; ſelbſt in dem Zuſtande der außerordentlichen Zertheilung, wo ſeine kleinſten Theile nicht mehr das Licht zurückwerfen, als Platinſchwarz, wird es, mit dieſer Säure gekocht, nicht oxidirt. Eine Legirung von Platin mit Silber löſ't ſich hingegen leicht in Salpeterſäure. Die Oxidation, welche das Silber erfährt, überträgt ſich mithin dem Platin, es erhält in Berührung damit die Fähigkeit, die Salpeterſäure zu zerſetzen.

Kupfer zerlegt das Waſſer nicht beim Sieden mit verdünnter Schwefelſäure, eine Legirung von Kupfer, Zink und Nickel löſ't ſich leicht unter Waſſerſtoffgasentwickelung in waſſerhaltiger Schwefelſäure.

Zinn zerlegt die Salpetersäure mit außerordentlicher Leichtigkeit, das Wasser hingegen nur schwierig; bei der Auflösung von Zinn in verdünnter Salpetersäure geht mit der Zersetzung der Salpetersäure eine lebhafte Wasserzersetzung vor sich, neben einem Oxide des Zinns bildet sich Ammoniak.

In den angeführten Beispielen läßt sich die Verbindung oder Zersetzung nur bei dem letzteren durch chemische Verwandtschaft erklären; allein bei den andern sollte gerade durch electrische Action die Oxidationsfähigkeit des Platins oder Kupfers bei Berührung mit Silber oder Zink verhindert oder aufgehoben werden, die Erfahrung zeigt aber, daß hierbei der Einfluß von entgegengesetzt electrischen Zuständen bei weitem von der chemischen Action überwogen wird.

In einer minder zweifelhaften Form tritt die Erscheinung bei Materien ein, in welchen die Elemente nur mit einer schwachen Kraft zusammengehalten sind. Man weiß, daß es chemische Verbindungen so schwacher Art giebt, daß Aenderungen der Temperatur, des Electricitätszustandes, die bloße mechanische Reibung, oder die Berührung mit anscheinend durchaus indifferenten Körpern, eine Störung der Anziehung zwischen den Bestandtheilen dieser Körper in der Art bewirken, daß sie sich zerlegen, daß diese Bestandtheile nämlich sich zu neuen Verbindungen ordnen, ohne eine Verbindung mit den einwirkenden Körpern einzugehen. Diese Körper stehen an der Grenze der chemischen Verbindungen, auf ihr Bestehen üben Ursachen einen aufhebenden Einfluß, welche auf Verbindungen von stärkerer Verwandtschaft durchaus wirkungslos sind. Durch eine geringe Erhöhung der Temperatur trennen sich die Elemente des Chlororids mit der heftigsten Licht- und Wärmeentwickelung, Chlorstickstoff explodirt in Berührung mit einer Menge von Körpern, die sich bei gewöhnlicher Temperatur weder mit

Chlor noch mit Stickstoff verbinden, und die Berührung irgend einer festen Substanz reicht bei dem Jodstickstoff und dem Silberoxid-Ammoniak hin, um ein Zerfallen mit Explosion zu Wege zu bringen.

Niemand hat je daran gedacht, die Ursache der Zerlegung dieser Körper einer besonderen von der chemischen Verwandtschaft verschiedenen Kraft zuzuschreiben, welche thätig wird z. B. durch Berührung mit dem Barte einer Feder und die in Folge ihres Auftretens die Zersetzung bedingt; man betrachtete von jeher diese Körper als chemische Verbindungen der schwächsten Art, in denen also die Bestandtheile in einem Zustande der Spannung sich befinden, die in jeder auch der geringsten Störung die chemische Verwandtschaft überwiegt. Diese Verbindungen bestehen nur durch die Kraft der Trägheit (vis inertiae), ein jedes in Bewegung setzen, die Reibung, ein Stoß, reichen hin, um das statische Moment der Anziehung der Bestandtheile, d. h. das Bestehen in einer bestimmten Form, aufzuheben.

Das Wasserstoffhyperoxid gehört zu dieser Klasse von Körpern; es zerlegt sich mit allen Substanzen, die ihm den Sauerstoff entziehen, es zerlegt sich selbst augenblicklich durch Berührung mit vielen Körpern, wie mit Platin und metallischem Silber, welche keine Verbindung hierbei eingehen, und in dieser Beziehung wird seine Zersetzung offenbar durch die nemliche Ursache bedingt, welche das Zerfallen des Jodstickstoffs und Knallsilbers veranlaßt. Bei dem Wasserstoffhyperoxide hat man, merkwürdiger Weise, die Ursache der plötzlichen Trennung seiner Bestandtheile als eine, von den gewöhnlichen Ursachen verschiedene angesehen, und sie einer neuen Kraft zugeschrieben, der man den Namen katalytische Kraft gegeben hat; man hat dabei aber nicht erwogen, daß die Wirkung des Platins und Silbers nur eine beschleu-

nigende iſt, denn auch ohne Berührung mit dieſen Metallen zerlegt es ſich unabwendbar von ſelbſt, obwohl erſt in längerer Zeit, beim bloßen Aufbewahren. Die plötzliche Trennung der Beſtandtheile des Waſſerſtoffhyperoxids unterſcheidet ſich von der des gasförmigen Chloroxids oder des feſten Jodſtickſtoffs nur inſofern, als ſeine Zerſetzung in einer Flüſſigkeit vor ſich geht.

Die merkwürdigſte Erſcheinung in dem Verhalten des Waſſerſtoffhyperoxids, und gerade diejenige, welche vor allem Andern die Aufmerkſamkeit feſſelt, inſofern ſie aus der Reihe der bekannten heraustritt, iſt die Reduction, welche gewiſſe Oxide bei Berührung mit Waſſerſtoffhyperoxid erleiden, in dem Augenblicke, wo ſich ſein Sauerſtoff von dem Waſſer trennt; hierher gehören Silberoxid, Bleihyperoxid und andere, in denen aller oder ein Theil des Sauerſtoffs nur mit einer ſchwachen Kraft gebunden iſt.

Während andere Oxide, in denen die Beſtandtheile durch eine mächtige Verwandtſchaft zuſammengehalten werden, durch Berührung mit dem Waſſerſtoffhyperoxid ſeine Zerlegung bewirken, ohne die geringſte Aenderung zu erleiden, trennt ſich, bei Anwendung von Silberoxid, mit dem ſich entwickelnden Sauerſtoff des Waſſerſtoffhyperoxids aller Sauerſtoff des Silberoxids und es bleibt metalliſches Silber; von dem Bleihyperoxid trennt ſich, unter denſelben Umſtänden, die Hälfte Sauerſtoff und entweicht als Gas. Man iſt ſelbſt im Stande, auf dieſem Wege eine Zerlegung des Manganhyperoxids in Sauerſtoffgas und Oxidul zu bewerkſtelligen, wenn man gleichzeitig eine chemiſche Verwandtſchaft auf das Manganoxidul in Thätigkeit treten läßt, eine Säure z. B., welche mit dem Oxidul ein lösliches Salz bildet. Verſetzt man Waſſerſtoffhyperoxid mit Salzſäure und bringt ſodann gepulvertes Manganhyper-

oxid hinzu, so erhält man bei weitem mehr Sauerstoffgas als das erstere für sich zu liefern im Stande ist, man findet aber in der rückständigen Flüssigkeit ein Manganoxidulsalz, entstanden aus Manganhyperoxid, dessen Hälfte Sauerstoff sich als Gas entwickelt hat.

Eine ganz ähnliche Erscheinung bietet das kohlensaure Silberoxid dar, wenn es mit manchen organischen Säuren zusammengebracht wird. Pyro-Traubensäure z. B. verbindet sich leicht mit reinem Silberoxid zu einem weißen im Wasser schwerlöslichen Salze; mit kohlensaurem Silberoxid zusammengebracht, trennt sich mit der entweichenden Kohlensäure der Sauerstoff von einem Theil des Silberoxids und es bleibt reguliniſches Silber als schwarzes Pulver zurück. (Berzelius)

Man kann den angeführten Erscheinungen keine andere Erklärung unterlegen, als daß hierbei Zersetzung oder Verbindung in Folge der Berührung mit einem andern Körper herbeigeführt wird, der sich selbst im Zustande der Zersetzung oder Verbindung befindet. Es ist klar, daß die Action, in der sich die Atome des einen Körpers befinden, auf die Atome des danebenliegenden zweitens Körpers von Einfluß ist; sind diese Atome fähig, die nämliche Veränderung zu erfahren, so erleiden sie diese Veränderung; sie gehen Verbindungen oder Zersetzungen ein; allein wenn sie diese Fähigkeit für sich nicht besitzen, so hört ihre weitere Veränderung von dem Augenblick an auf, wo sich die Atome des ersteren Körpers in Ruhe befinden, wo mithin die Veränderung oder die Metamorphose dieses Körpers vollendet ist.

Der eine Körper übt auf den andern eine ähnliche Wirkung aus, wie wenn ein brennender Körper mit einem verbrennlichen zusammengebracht wird, nur mit dem Unterschiede, daß die Ursache der Mittheilung des Zustandes und der Fort-

dauer dieſes Zuſtandes, eine andere iſt. Bei dem verbrennlichen Körper iſt dieſe Urſache die Temperatur, welche ſich in jedem Zeitmomente wieder neu erzeugt; in den Zerſetzungs- und Verbindungserſcheinungen, die wir betrachten, iſt dieſe Urſache ein in chemiſcher Action begriffener Körper, und nur ſo lange thätig, als dieſe Action dauert.

Wir kennen aus zahlloſen Erfahrungen, welchen Einfluß das bloße in Bewegung ſetzen auf die Aeußerung der chemiſchen Kräfte ausübt, in einer Menge von Salzlöſungen äußert ſich z. B. die Cohäſionskraft nicht, wenn ſie in der Wärme geſättigt, bei völliger Ruhe erkalten; das aufgelöſte Salz ſcheidet ſich nicht kriſtalliniſch aus, aber ein Sandkorn in die Flüſſigkeit geworfen, die kleinſte Erſchütterung reicht hin, um die ganze Auflöſung plötzlich und unter Wärmeentwickelung zum Erſtarren zu bringen; wir ſehen die nämliche Erſcheinung bei Waſſer, was weit unter 0° bei völliger Ruhe erkaltet werden kann, ohne zu gefrieren, was aber in dem Momente feſt wird, wo ſeine Theile in Bewegung geſetzt werden.

Um in einer beſtimmten Weiſe ſich anzuziehen und zu ordnen, muß die Trägheit zuerſt überwunden werden, die Atome müſſen in Bewegung geſetzt werden.

Eine verdünnte Auflöſung eines Kaliſalzes mit Weinſäure gemiſcht, giebt in der Ruhe keinen Niederſchlag; ſetzt man die Flüſſigkeit durch heftiges Umſchütteln in Bewegung, ſo treibt ſie ſich augenblicklich und ſetzt Kriſtalle von Weinſtein ab.

Eine Auflöſung von einem Bittererdeſalz, welche durch phosphorſaures Ammoniak nicht getrübt wird, ſetzt augenblicklich phosphorſaures Bittererde-Ammoniak an den Gefäßwänden ab, an den Stellen, wo ſie mit einem Glasſtabe in der Flüſſigkeit gerieben werden.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit,

des Beharrungsvermögens, verurſacht in den ſo eben angeführten Bildungs- und Zerſetzungsproceſſen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entſtehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.

Wie ſich von ſelbſt verſteht, müſſen dieſe Atome die Fähigkeit beſitzen, ſich auf dieſe beſtimmte Weiſe zu ordnen, denn ſonſt würde Reibung und Bewegung, ohne den geringſten Einfluß darauf ſein.

Das bloße Beharren in der Lage, wo ſich die Atome eines Körpers befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuſtänden mit anderen Eigenſchaften begabt erſcheinen, als ſie nach ihren natürlichen Anziehungen beſitzen. Geſchmolzener und raſch erkalteter Zucker und Glas ſind durchſichtig, von muſchlichem Bruch, beide bis zu einem gewiſſen Grade elaſtiſch und biegſam; der erſtere wird beim Aufbewahren matt und undurchſichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem kriſtalliſirten Zucker angehören; das Glas nimmt dieſen Zuſtand an und wird weiß und undurchſcheinend, hart, ſo daß es am Stahle Funken giebt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zuſtande erhalten wird. Offenbar beſaßen die Atome der beiden Körper, in dieſen verſchiedenen Zuſtänden, verſchiedene Lagen, in dem erſteren war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäſionskraft am ſtärkſten war. Wir wiſſen, daß der geſchmolzene Schwefel beim raſchen Abkühlen in kaltem Waſſer weich, durchſichtig und elaſtiſch bleibt und ſich in lange Fäden ziehen läßt, und daß er erſt nach Stunden oder Tagen wieder hart und kryſtalliniſch wird.

Das Bemerkenswertheſte hierbei iſt unſtreitig, daß der amorphe Zucker oder Schwefel, ohne Mitwirken einer äußeren Urſache, in den kriſtalliniſchen Zuſtand wieder zurückkehrt, denn

dieß ſetzt voraus, daß ihre Atome eine andere Lage angenommen haben, daß ſie mithin ſelbſt im feſten Zuſtande bis zu einem gewiſſen Grade Beweglichkeit beſitzen. Die raſcheſte Umſetzung oder Formänderung dieſer Art kennt man vom Arragonit, identiſch in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung mit dem Kalkſpath, beweiſ't ſeine verſchiedene Kryſtallform und Härte, daß ſeine Atome auf eine andere Weiſe geordnet ſind, als wie beim Kalkſpath; beim Erwärmen eines Arragonitkryſtalls, bei dem Inbewegungſetzen ſeiner Atome durch die Ausdehnung heben wir ihr Beharrungsvermögen auf und mit großer Kraft zerſpringt in Folge deſſen der Arragonitkryſtall zu einem Haufwerk von Kryſtallen und Kalkſpath.

Es iſt unmöglich, ſich über die Urſachen dieſer Veränderungen zu täuſchen, ſie iſt eine Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe, in Folge welcher die in Bewegung geſetzten Theilchen eines Körpers entweder andern, oder ihren eigenen natürlichen Anziehungen folgen.

Wenn aber, wie ſich aus dem Vorhergehenden ergiebt, die mechaniſche Bewegung ſchon hinreicht, um bei vielen Körpern eine Form und Zuſtandsänderung zu bewirken, ſo kann es um ſo weniger zweifelhaft erſcheinen, daß ein im Zuſtand der Verbindung oder Zerſetzung begriffener Körper fähig iſt, gewiſſen andern Körpern den nämlichen Zuſtand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem ſich ſeine Atome befinden, durch ſeine Berührung alſo mit andern Körpern, dieſe zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zerſetzungen zu erleiden.

Dieſer Einfluß iſt durch die angeführten Thatſachen aus dem Verhalten anorganiſcher Körper hinreichend belegt worden, er zeigt ſich bei den organiſchen Materien bei weitem häufiger und nimmt die Form an von den umfaſſendſten und bewundernswürdigſten Naturerſcheinungen.

Mit Gährung, Fäulniß und Verweſung bezeichnet man im Allgemeinen die Form- und Eigenſchaftsänderungen, welche die compleren organiſchen Materien erleiden, wenn ſie von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Waſſer und einer gewiſſen Temperatur ſich ſelbſt überlaſſen werden. Gährung und Fäulniß ſind Zerſetzungsproceſſe von der eigenthümlichen Art, die wir mit Metamorphoſen bezeichnet haben, die Elemente der Körper, welche in Gährung oder Fäulniß überzugehen fähig ſind, ordnen ſich zu neuen Verbindungen, und in dieſer Ordnungsweiſe nehmen meiſtens die Beſtandtheile des Waſſers einen beſtimmten Antheil.

Die Verweſung iſt verſchieden von der Gährung und Fäulniß, inſofern ſie ohne Zutritt der Luft nicht ſtattfindet, deren Sauerſtoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, es iſt eine langſame Verbrennung, bei welcher unter allen Umſtänden Wärme und zuweilen auch Licht entwickelt wird; bei den Zerſetzungsproceſſen, die man Fäulniß und Gährung nennt, entwickeln ſich ſehr häufig luftförmige Produkte, die entweder geruchlos ſind oder einen unangenehmen Geruch verbreiten.

Man iſt gewiſſermaßen übereingekommen, mit dem Ausdruck Gährung die Metamorphoſe derjenigen Materien zu bezeichnen, welche geruchloſe gasförmige Produkte entwickeln, während die Bezeichnung Fäulniß gewöhnlich für diejenigen von ſelbſt erfolgenden Zerſetzungen gebraucht wird, in denen übelriechende Gasarten gebildet werden. Der Geruch kann aber, wie ſich von ſelbſt verſteht, keineswegs über die Natur der Zerſetzung als entſcheidender Character gelten, beide, Gährung und Fäulniß, ſind einerlei Zerſetzungsproceſſe, die erſtere von ſtickſtofffreien, die andere von ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen.

Man iſt ferner gewöhnt, ein gewiſſe Klaſſe von Metamor-

phoſen von der Gährung und Fäulniß zu trennen und zwar dieſenige, wo Veränderungen und Umſetzungen erfolgen, ohne Entwickelung von gasförmigen Produkten. Allein die Zuſtände, in denen die neuen Verbindungen ſich darſtellen, ſind, wie man weiß, rein zufällig, und deshalb nicht der entfernteſte Grund vorhanden, Zerſetzungen dieſer Art, wie man gethan hat, einer beſondern Urſache zuzuſchreiben.

Gährung und Fäulniß.

Manche Materien gehen dem Anſchein nach von ſelbſt in Gährung und Fäulniß über, und dieß ſind namentlich dieſe-jenigen, welche Stickſtoff oder ſtickſtoffhaltige Subſtanzen beigemengt enthalten, und das Merkwürdigſte hierbei iſt, daß außerordentlich kleine Quantitäten derſenigen Subſtanzen, die in den Zuſtand der Gährung und Fäulniß übergegangen ſind, die Fähigkeit beſitzen, in unbegrenzten Mengen der nämlichen Materien denſelben Act der Zerſetzung hervorzurufen.

Eine kleine Quantität gährenden Traubenſaft zu nicht gährendem zugeſetzt, bringt die ganze Quantität in Gährung.

Die kleinſte Quantität im Zuſtande der Gährung begriffener Milch, Mehlteig, Rübenſaft, faulenden Fleiſches, Blut ꝛc. mit friſcher Milch, Rübenſaft, Mehlteig, Fleiſch oder Blut in Berührung gebracht, macht, daß dieſe Materien in den nämlichen Zerſetzungsproceß übergehen.

Dieſe Erſcheinungen treten, wie man leicht bemerkt, aus

der Klasse der gewöhnlichen Zersetzungen, die durch chemische Verwandtschaften bewirkt werden, heraus; ihre Elemente ordnen sich in Folge einer Störung nach ihren Verwandtschaften; es sind Aeußerungen chemischer Thätigkeiten, Umwandlungen oder Zersetzungen, die vor sich gehen, in Folge der Berührung mit Körpern, die sich in dem nemlichen Zustande befinden.

Um sich ein klares Bild über diese Vorgänge zu verschaffen, muß man analoge aber minder verwickelte Erscheinungen in's Auge fassen.

Die Zusammengesetztheit der organischen Atome und ihr Verhalten gegen andere Materien im Allgemeinen führt von selbst auf die wahre Ursache, durch welche diese Metamorphosen herbeigeführt werden.

Aus dem Verhalten der einfachen Körper weiß man, daß bei Bildung von Verbindungen die Kraft, mit welcher die Bestandtheile zusammenhängen, in demselben Verhältniß abnimmt, in welchem die Anzahl der Atome in dem zusammengesetzten Atome zunimmt.

Manganoxidul geht durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxid, in Hyperoxid, in Mangan und Uebermangansäure über, wodurch die Anzahl der Sauerstoffatome in dem ersteren um die Hälfte vermehrt, oder verdoppelt, verfünffacht wird, aber alle Sauerstoffmengen über die hinaus, welche in dem Oxidul enthalten ist, sind bei weitem schwächer gebunden, die bloße Glühhitze treibt Sauerstoff aus dem Hyperoxide aus und die Mangansäuren können von den Basen nicht getrennt werden, ohne augenblicklich eine Zersetzung zu erfahren.

Die umfassendsten Erfahrungen beweisen, daß die am einfachsten zusammengesetzten anorganischen Verbindungen die beständigsten, die den Veränderungen am meisten widerstehenden

sind, und daß mit ihrer Zusammengesetztheit, ihre Veränderlichkeit, ihre leichte Zersetzbarkeit zunimmt, offenbar nur deshalb, weil mit der Anzahl der Atome, welche in Verbindung treten, die Richtungen sich vervielfältigen, in denen ihre Anziehung thätig ist.

Welche Art von Vorstellung man auch über die Natur der Materie haben mag, die Existenz der chemischen Proportionen weis't jeden Zweifel über das Vorhandensein von gewissen begrenzten Gruppen oder Massen von Materie zurück, über deren weitere Spaltung oder Theilung wir keine Erfahrungen besitzen. Diese in der Chemie Aequivalente benannten Massen sind nicht unendlich klein, denn sie wiegen, indem sie je nach ihren Anziehungen sich auf die mannigfaltigste Weise ordnen, gehen aus dieser Verbindung die zahllosen zusammengesetzten Atome hervor, deren Eigenschaften in der organischen Natur nach der Form, ja man kann bei vielen sagen, nach der Richtung, nach dem Platze wechseln, den sie in dem zusammengesetzten Atome einnehmen.

Vergleicht man nun die Zusammensetzung der organischen mit den anorganischen Verbindungen, so wird man wahrhaft überrascht durch die Existenz von Verbindungen, in denen sich 90 und mehrere hundert einzelne Atome oder Aequivalente vereinigt finden, zu einem einzigen zusammengesetzten Atom. Das Atom einer organischen Säure von einfacher Zusammensetzung, die Essigsäure z. B. enthält 12 Aequivalente, 1 Atom, Chinasäure enthält 33, 1 Atom Zucker 36, Amygdalin enthält 90 und 1 Atom Talgsäure 138 Aequivalente an Elementen und die Bestandtheile der thierischen Körper übertreffen die genannten bei weitem noch an Zusammengesetztheit.

In eben dem Grade, als die anorganischen Verbindungen die organischen an Einfachheit in ihrer Zusammensetzung über-

treffen, weichen sie von diesen durch ihr Verhalten ab. Während z. B. ein zusammengesetzter Atom, das schwefelsaure Kali, mit einer Menge von Materien in Berührung, nicht die geringste Veränderung in seinen Eigenschaften erleidet, während bei seiner Zerlegung mit andern Substanzen die Cohäsionskraft, die Fähigkeit von einem seiner Bestandtheile mit den berührenden Körper eine unlösliche feste, oder bei gewisser Temperatur flüchtige Verbindung zu bilden, während also andere Ursachen mitwirken, um seine Zerlegung zu bewerkstelligen, finden wir bei compleren organischen Atomen nichts ähnliches.

Betrachten wir die Formel des schwefelsauren Kalis: SKO_4, so haben wir darin nur 1 Aeq. Schwefel und 1 Aeq. Kalium, wir können im höchsten Fall den Sauerstoff uns ungleich in der Verbindung vertheilt denken und bei einer Zersetzung einen Theil oder allen Sauerstoff der Verbindung entziehen, oder einen der Bestandtheile ersetzen, eine verschiedene Lagerung der Atome können wir aber nicht hervorbringen, eben weil es die einfachste Form ist, in welcher die gegebenen Elemente zu der Verbindungen zusammenzutreten die Fähigkeit besitzen.

Vergleichen wir damit die Zusammensetzung des Traubenzuckers, so haben wir darin, auf 12 Aeq. Kohlenstoff, 12 Aeq. Wasserstoff und 12 Aeq. Sauerstoff; wir haben darin eine Anzahl von Atomen, von denen wir wissen, daß sie die mannigfaltigsten Verbindungen mit einander einzugehen vermögen; die Formel des Zuckers kann ausdrücken ein Hydrat des Kohlenstoffs, oder ein Hydrat des Holzes, oder der Stärke, oder des Milchzuckers, oder eine Verbindung von Aether mit Alkohol, oder von Ameisensäure mit Sachulmin, wir können mit einem Worte, wenn wir die Elemente von Wasser hinzutreten lassen oder einzelne Elemente in dem Zucker ersetzen, die meisten bekannten stickstofffreien organischen Stoffe durch Rechnung daraus ent

wickeln; die Elemente dazu sind also in der Zusammensetzung des Zuckers enthalten, und man kann hinzufügen, die Fähigkeit, zahllose Verbindungen mit einander zu bilden, ist in der Anziehung, welche diese Elemente zu einander gegenseitig haben, ebenfalls vorhanden.

Untersuchen wir nun, wie sich der Zucker bei Berührung mit Materien verhält, die eine bemerkbare Wirkung auf ihn haben, so finden wir, daß die Veränderungen, die er erfährt, nicht in die engen Grenzen eingeschlossen sind, die wir bei den anorganischen Verbindungen bemerken; diese Veränderungen haben in der That keine Grenzen.

Die Elemente des Zuckers folgen jeder Anziehung und zwar einer jeden auf eine eigenthümliche Weise. Während bei den anorganischen Verbindungen eine Säure durch den Grad ihrer Verwandtschaft zu einem der Bestandtheile der Verbindung, die davon zersetzt wird, wirkt und ihren chemischen Character nie aufgiebt, in welcher Form sie auch angewendet werden mag, zerstört und verändert sie den Zucker, nicht, indem sie eine vorhandene Basis vermöge ihrer größeren Verwandtschaft in Beschlag nimmt, sondern indem sie das Gleichgewicht in der Anziehung der Elemente des Zuckers aufhebt. Salzsäure und Schwefelsäure, in ihrer Wirkungsweise und Zusammensetzung so sehr von einander verschieden, wirken auf einerlei Weise auf den Zucker, in verdünntem Zustande anders, als wie in concentrirtem, bei gelinder Wärme wieder anders, als beim Sieden. Während die concentrirte Schwefelsäure bei mäßiger Concentration den Zucker, unter Bildung von Ameisensäure und Essigsäure, in eine schwarze kohlige Materie verwandelt, zerlegt sie ihn, bei Gegenwart von mehr Wasser, in zwei braune Substanzen, die beide Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten. Durch die Einwirkung der Alkalien entstehen aus

den Elementen des Zuckers eine Reihe von durchaus verschiedenen neuen Producten, und durch oxidirende Materien, durch Salpetersäure z. B., entwickeln sich daraus Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Zuckersäure und noch viele andere Producte, die nicht untersucht sind.

Wenn man sich nach diesen Erfahrungen eine Vorstellung über die Kraft macht, mit welcher die Elemente des Zuckers zusammenhängen, und die Größe dieser Anziehung nach dem Widerstande beurtheilt, welchen sie einem darauf einwirkenden Körper entgegensetzen, so scheint der Zuckeratom als solcher nur durch die Trägheit seiner Elemente zu bestehen, durch das Beharren an dem Orte und in dem Zustande also, in dem sie sich befinden, denn ein Behaupten dieses Zustandes durch ihre eigene Anziehung, wie bei dem schwefelsaurem Kali, beobachten wir nicht.

Gerade diejenigen organischen Verbindungen nun, die sich dem Zucker ähnlich verhalten, sehr zusammengesetzte organische Atome also, sind allein fähig, die Zersetzungen zu erleiden, welche wir Gährung und Fäulniß nennen.

Wir haben gesehen, daß Metalle die Fähigkeit erhalten, Wasser oder Salpetersäure zu zerlegen, eine Fähigkeit, die sie für sich nicht besaßen, durch die bloße Berührung mit andern, die sich in dem Zustande der Verbindung befinden; wir sehen bei dem Wasserstoffhyperoxid und Wasserstoffhypersulfid, daß in dem Act ihrer Zersetzung, Verbindungen ähnlicher Art, in denen die Elemente bei weitem stärker gebunden sind, ohne daß eine chemische Verwandtschaft hierbei mitwirkt, die nämliche Zerlegung erfahren, und man wird in den Materien, welche Gährung und Fäulniß bewirken, bei genauerer Beachtung die nämliche Ursache erkennen, welche die obigen Erscheinungen bedingt.

Es ist diese Ursache ein jeder Körper, der sich im Zustande

der Zersetzung befindet, sie ist eine Störung des statischen Moments der Anziehungen der Elemente, eines completen organischen Atoms, in deren Folge sich die Elemente nach ihren speciellen Anziehungen auf's Neue gruppiren.

Die Beweise für die Existenz dieser Ursache lassen sich leicht entwickeln; sie gehen aus dem Verhalten der Körper hervor, welche Gährung und Fäulniß bewirken; sie ergeben sich aus der Regelmäßigkeit, man kann sagen, Gesetzmäßigkeit, in welcher die Theilung der Elemente in den erfolgenden Metamorphosen vor sich geht, und diese Regelmäßigkeit ist ausschließlich begründet in der ungleichen Verwandtschaft, die sie in isolirtem Zustande zu einander besitzen. Aus dem Verhalten der Holzkohle zum Wasser, aus dem der einfachsten Stickstoffverbindung, dem Cyan, zu demselben Körper, lassen sich alle Metamorphosen stickstofffreier und stickstoffhaltiger Körper entwickeln.

Metamorphosen stickstofffreier Körper.

Bringen wir Sauerstoff und Wasserstoff in der Form von Wasserdämpfen demnach in gleichen Wirkungswerthen mit Kohle in einer Temperatur zusammen, bei welcher sie die Fähigkeit besitzt, eine Verbindung mit einem dieser Elemente einzugehen, so sieht man, daß sich unter allen Umständen ein Oxid des Kohlenstoffs, Kohlenoxid oder Kohlensäure, bildet, während je nach der Temperatur Kohlenwasserstoff oder Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; es findet demnach eine Theilung des Kohlenstoffs in die Elemente des Wassers, in den Wasserstoff und Sauerstoff statt, und eine noch vollkommenere Theilung dieser Art beobachten wir bei allen Metamorphosen, durch welche Art von Ursachen sie auch bewirkt werden mögen.

Essigsäure und Meconsäure erleiden durch den Einfluß der Wärme eine wahre Metamorphose, d. h. eine Spaltung in neue Verbindungen ohne Ausscheidung eines ihrer Elemente. Aus der Essigsäure entsteht Kohlensäure und Aceton, aus der Meconsäure Kohlensäure und Komensäure, durch höhere Temperatur erleidet die letztere eine neue Metamorphose; sie zerlegt sich wieder in Kohlensäure und Pyromeconsäure.

Der Kohlenstoff dieser Materien theilt sich in den Sauerstoff und Wasserstoff; auf der einen Seite sehen wir Kohlensäure, auf der andern ein Oxid eines Kohlenwasserstoffs auftreten, in welchem aller Wasserstoff enthalten ist.

Bei der Metamorphose von Alkoholdämpfen in mäßiger Glühhitze theilt sich der Kohlenstoff auf ähnliche Weise und es

entsteht ein Oxid einer Kohlenwasserstoffverbindung, die allen Sauerstoff enthält, und gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen.

Bei diesen Metamorphosen durch Wärme sind, wie man sieht, keine fremden Verwandtschaften thätig; es sind die besonderen Anziehungen der Elemente allein im Spiel, die sich je nach dem Grade ihrer Verwandtschaften zu neuen Verbindungen ordnen, beständig und unveränderlich unter den Bedingungen, in welchen sie gebildet werden, sich aufs neue umsetzend, wenn diese Bedingungen geändert werden. Vergleichen wir nun die Producte miteinander, zu denen zwei in ihrer Zusammensetzung ähnliche, aber in ihren Eigenschaften verschiedene Materien in zwei durch verschiedene Ursachen erfolgende Metamorphosen Veranlassung geben, so finden wir, daß die Art der Umsetzung der Atome absolut die nämliche ist.

In den Metamorphosen des Holzes auf dem Boden von Sümpfen, die wir Fäulniß nennen, theilt sich sein Kohlenstoff in den Wasserstoff und Sauerstoff seiner eigenen Substanz und den des Wassers, neben reiner Kohlensäure entwickelt sich ein Kohlenwasserstoff, der eine der Kohlensäure ähnliche Zusammensetzung besitzt.

In der Metamorphose des Zuckers, die wir Gährung nennen, theilen sich seine Elemente in Kohlensäure, welche $^2/_3$ von dem Sauerstoff des Zuckers, und in Alkohol, der allen Wasserstoff enthält.

In der Metamorphose der Essigsäure durch Glühhitze entsteht Kohlensäure, welche $^2/_3$ von dem Sauerstoff der Essigsäure und Aceton, welches allen Wasserstoff enthält.

Man sieht leicht, daß die Elemente einer complexen Verbindung ihren speciellen Anziehungen überlassen (und dieß geschieht bei jeder Störung in den Anziehungen der Elemente ei-

wäſſrige Aufguß an der Luft erkaltet und eine Zeitlang mit der Luft in Berührung gelaſſen war; in dieſem Zuſtande mit Zuckerwaſſer zuſammen gebracht, bringt er eine lebhafte Gährung hervor; ohne zuvor der Luft ausgeſetzt geweſen zu ſein, tritt keine Gährung ein.

Bei dem Contact mit der Luft erfolgt aber eine Abſorbtion des Sauerſtoffs und man findet in dem Aufguß nach einiger Zeit freie Kohlenſäure.

Die Hefe bringt mithin Gährung hervor in Folge einer fortſchreitenden Zerſetzung, die ſie bei Gegenwart von Luft in Berührung mit Waſſer erleidet.

Unterſuchen wir ferner, ob und welche Veränderung mit der Hefe vor ſich geht, wenn ſie in Berührung war mit Zuckerwaſſer, in welchem die Metamorphoſe des Zuckers vollendet iſt, ſo zeigt ſich, daß mit der Verwandlung des Zuckers in Kohlenſäure und Alkohol ein Verſchwinden des Ferments verknüpft iſt.

Von 20 Th. friſcher Bierhefe und 100 Th. Zucker erhielt Thénard nach vollendeter Gährung 13,7 unlöslichen Rückſtand, der ſich mit neuem Zuckerwaſſer, auf dieſelbe Weiſe angewendet, auf 10 Theile verminderte; dieſe 10 Theile waren weiß, beſaßen die Eigenſchaften der Holzfaſer und verhielten ſich völlig wirkungslos gegen friſches Zuckerwaſſer.

Es ergiebt ſich hieraus auf eine unzweifelhafte Weiſe, daß bei der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment beide nebeneinander eine Zerſetzung erleiden, in deren Folge ſie beide verſchwinden. Wenn das Ferment nun ein Körper iſt, der ſich im Zuſtande der Fäulniß befindet, und Gährung in Folge ſeiner eigenen Zerſetzung erregt, ſo müſſen alle Materien, die ſich in dem nämlichen Zuſtande befinden, auf den Zucker eine gleiche Wirkung haben.

Dieß ist in der That der Fall. Faulendes Muskelfleisch, Urin, Hausenblase, Osmazom, Eiweiß, Käse, Gliadin, Kleber, Legumin, Blut bringen, in Zuckerwasser gebracht, die Fäulniß des Zuckers (Gährung) hervor, ja das Ferment selbst, was durch anhaltendes Auswaschen seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, gänzlich verloren hat, erhält sie wieder, wenn es, an einem warmen Ort sich selbst überlassen, in Fäulniß übergegangen ist.

Das Ferment, die faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, indem sie in anderen Körpern den Zustand der Zersetzung herbeiführen, den sie selbst erleiden, wirken mithin wie das Wasserstoffhyperoxid auf Silberoxid; die Störung in der Anziehung seiner Bestandtheile, welche seine eigne Zersetzung herbeiführt, der Act seiner Zersetzung bewirkt eine Störung in der Anziehung der Bestandtheile des Silberoxids, indem das eine zersetzt wird, erfolgt eine ähnliche Zersetzung des andern Körpers.

Beachten wir nun, um zu gewissen Anwendungen zu kommen, den Verlauf der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment, so beobachten wir zwei Fälle, die stets wiederkehren. Ist die Menge des Ferments im Verhältniß zu dem vorhandenen Zucker zu gering, so ist seine Fäulniß früher beendigt, als die Metamorphose des Zuckers; es bleibt Zucker unzersetzt, insofern die Ursache seiner Metamorphose, nämlich die Berührung mit einem in Zersetzung begriffenen Körper, fehlt.

Ist die Menge des Ferments vorwaltend, so bleibt, indem seine Unlöslichkeit im Wasser an und für sich eine langsamere Zersetzung bedingt, eine gewisse Menge in Zersetzung begriffen zurück. Diese in frisches Zuckerwasser gebracht, fährt fort, wieder Gährung zu erregen, bis sie selbst alle Perioden ihrer eigenen Metamorphose durchlaufen hat.

Eine gewiſſe Menge Hefe iſt alſo erforderlich, um eine beſtimmte Portion Zucker zur Vollendung ſeiner Metamorphoſe zu bringen, aber ſeine Wirkung iſt keine Maſſenwirkung, ſondern ihr Einfluß beſchränkt ſich lediglich auf ihr Vorhandenſein bis zu dem Endpunkte hin, wo das letzte Atom Zucker ſich zerſetzt hat.

Aus den dargelegten Thatſachen und Beobachtungen ergiebt ſich demnach für die Chemie die Exiſtenz einer neuen Urſache, welche Verbindungen und Zerſetzungen bewirkt, und dieſe Urſache iſt die Thätigkeit, welche ein in Zerſetzung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Beſtandtheile nur durch eine ſchwache Verwandtſchaft zuſammengehalten ſind; dieſe Thätigkeit wirkt ähnlich einer eigenthümlichen Kraft, deren Träger ein in Verbindung oder Zerſetzung begriffener Körper iſt, eine Kraft, die ſich über die Sphäre ſeiner Anziehungen hinaus erſtreckt.

Ueber eine Menge bekannter Erſcheinungen kann man ſich jetzt genügende Rechenſchaft geben.

Aus friſchem Pferdeharn erhält man beim Zuſatz von Salzſäure eine reichliche Menge Hippurſäure; läßt man den Harn in Fäulniß übergehen, ſo läßt ſich keine Spur mehr davon entdecken. Menſchenharn enthält eine beträchtliche Quantität Harnſtoff; in gefaultem Harn iſt aller Harnſtoff verſchwunden. Harnſtoff, den man einer gährenden Zuckerlöſung zugeſetzt hat, zerlegt ſich in Kohlenſäure und Ammoniak; in einem gegohrenen Auszug von Spargeln, Althäwurzeln iſt kein Asparagin mehr vorhanden.

Es iſt früher berührt worden, daß in der überwiegenden Verwandtſchaft des Stickſtoffs zu dem Waſſerſtoff, ſo wie in der ausgezeichneten Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, in ihrem entgegengeſetzten Streben alſo, ſich der Elemente

des Wassers zu bemächtigen, in allen Stickstoffverbindungen eine vorzugsweise leichte Spaltung ihrer Elemente gegeben ist, und wenn wir finden, daß kein stickstofffreier Körper in reinem Zustande die Eigenschaft besitzt, sich in Berührung mit Wasser von selbst zu zerlegen, so liegt es in der Natur der Stickstoffverbindungen, und weil sie gewissermaßen höher organisirte Atome darstellen, daß ihnen vor allen diese Fähigkeit zukommt.

Wir finden in der That, daß jeder stickstoffhaltige Bestandtheil des thierischen oder vegetabilischen Organismus, sich selbst bei Gegenwart von Wasser und einer höheren Temperatur überlassen, in Fäulniß übergeht.

Die stickstoffhaltigen Materien sind demnach ausschließlich die Erreger von Gährung und Fäulniß bei vegetabilischen Substanzen.

Die Fäulniß gehört in ihren Erfolgen, als eine ineinander greifende Metamorphose verschiedener Substanzen, zu den mächtigsten Desoxidationsprocessen, durch welche die stärksten Verwandtschaften überwunden werden.

Eine Auflösung von Gyps in Wasser, die man mit einer Abkochung von Sägespänen oder irgend einer Fäulniß fähigen organischen Materie in einem verschlossenen Gefäße sich selbst überläßt, enthält nach einiger Zeit keine Schwefelsäure mehr, an ihrer Stelle findet man Kohlensäure und freie Schwefelwasserstoffsäure, die sich in den vorhandenen Kalk theilen. In stehenden Wassern, welche schwefelsaure Salze enthalten, beobachtet man an den verfaulenden Wurzelfasern die Bildung von krystallisirtem Schwefelkies.

Man weiß nun, daß unter Wasser, also beim Abschluß der Luft, faulendes Holz sich in der Weise zerlegt, daß sich ein Theil seines Kohlenstoffs mit seinem eigenen und dem Sauerstoff des Wassers zu Kohlensäure verbindet, während sein Was-

ſerſtoff und der Waſſerſtoff des zerſetzten Waſſers als reines Waſſerſtoffgas oder als Sumpfgas in Freiheit geſetzt werden; die Produkte dieſer Zerſetzung ſind mithin von derſelben Art, wie wenn Waſſerdämpfe über glühende Kohlen geleitet werden.

Es iſt nun klar, daß, wenn das Waſſer eine an Sauerſtoff reiche Materie enthält, wie Schwefelſäure z. B., ſo wird von der faulenden Materie dieſer Sauerſtoff mit dem des Waſſers zur Bildung von Kohlenſäure in Anſpruch genommen werden, und aus dem gleichzeitig frei gewordenen Schwefel und dem Waſſerſtoffgas, die ſich im Entſtehungsmomente verbinden, entſteht Schwefelwaſſerſtofffäure, die ſich mit den vorhandenen Metalloxiden zu Schwefelmetallen umſetzt.

Die gefaulten Blätter der Waidpflanze, in Berührung mit blauem Indigo und Alkali, bei Gegenwart von Waſſer, gehen in eine weitere Zerſetzung über, deren Reſultat eine Desoxidation des Indigo's, ſeine Auflöſung iſt.

Vergleicht man die Zuſammenſetzung des Mannits, welcher durch Fäulniß von zuckerhaltigem Rüben- und andern Pflanzenſäften gebildet wird, mit der des Traubenzuckers, ſo findet man, daß er die nämliche Anzahl von Atomen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, aber zwei Atome Sauerſtoff weniger enthält, als der Traubenzucker; es iſt außerordentlich wahrſcheinlich, daß ſeine Entſtehung auf eine ähnliche Weiſe aus dem Traubenzucker gefolgert werden muß, wie die Verwandlung des blauen Indigo in desoxidirten weißen Indigo.

Bei der Fäulniß des Klebers entwickelt ſich kohlenſaures Gas und reines Waſſerſtoffgas, es entſteht phosphorſaures, eſſigſaures, käſeſaures, milchſaures Ammoniak in ſolcher Menge, daß die weitere Zerſetzung aufhört; wird das Waſſer erneuert, ſo geht die Zerſetzung weiter, außer jenen Salzen entſteht kohlenſaures Ammoniak, eine weiſſe glimmerähnliche kryſtalliniſche

Materie (Käseoxid), Schwefelammonium und eine durch Chlor gerinnende schleimige Substanz. Als ein selten fehlendes Produkt der Fäulniß organischer Körper tritt im Besonderen die Milchsäure auf.

Wenn man, von diesen Erscheinungen ausgehend, die Gährung und Fäulniß mit der Zersetzung vergleicht, welche die organischen Verbindungen durch den Einfluß höherer Temperaturen erfahren, so erscheint die trockne Destillation als ein Verbrennungsproceß in dem Innern einer Materie von einem Theile ihres Kohlenstoffs auf Kosten von allem oder einem Theil ihres eigenen Sauerstoffs, in deren Folge wasserstoffreiche andere Verbindungen gebildet werden. Die Gährung stellt sich dar als eine Verbrennung derselben Art, die bei einer, die gewöhnliche, nur wenig überschreitenden Temperatur im Innern einer Flüssigkeit zwischen den Elementen einer und derselben Materie vor sich geht, und die Fäulniß als ein Oxidationsproceß, an dem der Sauerstoff aller vorhandenen Materien Antheil nimmt.

pleren Verbindung zu neuen Verbindungen, welche mit oder ohne Hinzuziehung der Elemente des Wassers vor sich gehen.

In den neuen auf diese Weise gebildeten Produkten findet man entweder genau das Verhältniß der Bestandtheile wieder, welche vor der Metamorphose in der Materie enthalten waren, oder man findet darin einen Ueberschuß, der in den Elementen des Wassers besteht, welche Antheil an der Theilung der Elemente genommen haben.

Oder es sind Umsetzungen zweier und mehrerer complexer Verbindungen, aus welchen die Elemente beider sich wechselsweise mit oder ohne Hinzutreten der Elemente des Wassers zu neuen Produkten ordnen. Bei dieser Art von Metamorphosen enthalten also die neuen Produkte die Summe der Bestandtheile aller Verbindungen, welche an der Zersetzung Antheil genommen haben.

Die erstere Zersetzungsweise characterisirt die eigentliche Gährung, die andere die sogenannte Fäulniß. Wir werden in dem folgenden diese Bezeichnungsweise stets nur für die beiden in ihren Erfolgen sich wesentlich von einander unterscheidenden Metamorphosen, beibehalten.

Gährung des Zuckers.

Die eigenthümliche Zersetzung, welche der Zucker erfährt, läßt sich als der Typus aller der Metamorphosen betrachten, welche mit Gährung bezeichnet werden.

Wenn in eine mit Quecksilber gefüllte graduirte Glocke 1 Cubiccentimeter mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührte Bierhefe und 10 Grammen einer Rohrzuckerlösung gebracht wird, die 1 Gramme reinen Zucker enthält, so findet man in der Glocke nach 24 Stunden, wenn das Ganze einer Temperatur von 20—25° ausgesetzt gewesen ist, ein Volumen Kohlensäure, welches bei 0° und 0,76 Meter B. 245 bis 250 CC. entspricht. Rechnet man hierzu 11 CC. Kohlensäure, womit die 11 Grm. Flüssigkeit sich gesättigt finden, so hat man mithin im Ganzen 255—259 CC. Kohlensäure erhalten; dieses Volum Kohlensäure entspricht aber 0,503 bis 0,5127 Grm. dem Gewichte nach. Thénard erhielt ferner von 100 Grm. Rohrzucker 0,5262 absoluten Alkohol. 100 Th. Rohrzucker liefern also im Ganzen 103,89 Th. an Kohlensäure und Alkohol zusammengenommen. In diesen beiden Producten sind aber 42 Th. Kohlenstoff enthalten, und dieß ist genau die Menge, welche ursprünglich in dem Zucker enthalten war.

Die Analyse des Rohrzuckers hat auf eine unzweifelhafte Weise ergeben, daß er die Elemente von Kohlensäure und Alkohol, minus 1 Atom Wasser, enthält.

Aus den Produkten seiner Gährung ergiebt sich, daß der

Alkohol und die Kohlensäure zusammen 1 Atom Sauerstoff und 2 Atome Wasserstoff, die Elemente also von 1 Atom Wasser mehr enthalten als der Zucker, und dieß erklärt auf die befriedigendste Weise, woher der Gewichtsüberschuß an den erhaltenen Produkten kommt, es haben die Elemente von 1 Atom Wasser Antheil genommen an der Metamorphose des Zuckers.

Dem Verhältniß nach, in welchem sich der Rohrzucker mit Aequivalenten von Basen verbindet, so wie aus der Zusammensetzung seines Oxidationsproducts, der Zuckersäure, weiß man, daß 1 Atom Zucker 12 Aequivalente oder Atome Kohlenstoff enthält.

Keins von diesen Kohlenstoffatomen ist darin in der Form von Kohlensäure enthalten, denn man erhält diese ganze Quantität Kohlenstoff als Oxalsäure wieder, wenn man den Zucker mit übermangansaurem Kali behandelt. Kleesäure wird aber als eine niedere, die Kohlensäure als die höchste Oxidationsstufe des Kohlenstoffs betrachtet, und es ist unmöglich, durch einen der kräftigsten Oxidationsprocesse, wie durch Behandlung mit übermangansaurem Kali, ein niederes Oxid aus einem höheren entstehen zu machen.

Der Wasserstoff des Zuckers ist in diesem Körper nicht in der Form von Alkohol vorhanden, denn durch Behandlung mit Säuren, namentlich mit einer sauerstofffreien, der Salzsäure, wird der Zucker in Wasser und eine moderartige Kohle zersetzt, und man weiß, daß keine Alkoholverbindung eine solche Zersetzung erfährt.

Der Zucker enthält mithin weder fertig gebildete Kohlensäure noch Alkohol; diese Körper sind in Folge einer Spaltung seines eigenen Atoms, mit Zuziehung der Elemente des Wassers, gebildet worden.

Bei dieser Metamorphose des Zuckers findet man also in

den Producten keinen Bestandtheil der Substanz, durch deren Berührung seine Zersetzung herbeigeführt wurde, die Elemente der Bierhefe nehmen an der Umsetzung der Elemente des Zuckers keinen nachweisbaren Antheil.

Nehmen wir jetzt nun einen Pflanzensaft, welcher reich ist an Zucker, und der neben diesem Bestandtheil noch andere Materien, vegetabilisches Eiweiß, Kleber ꝛc. enthält, wie z. B. den Saft von gelben Möhren, Runkelrüben, Zwiebeln ꝛc., überlassen wir ihn mit Bierhefe der gewöhnlichen Temperatur, so geräth er in Gährung, wie das Zuckerwasser; es entweicht unter Aufbrausen Kohlensäure, und in der rückständigen Flüssigkeit findet man eine dem Zuckergehalt genau entsprechende Menge Alkohol; überlassen wir ihn sich selbst bei einer Temperatur von 35 — 40°, so geräth er ebenfalls in Gährung, es entwickeln sich Gase in beträchtlicher Menge, welche von einem unangenehmen Geruch begleitet sind, und wenn die Flüssigkeit nach vollendeter Zersetzung untersucht wird, so findet man darin keinen Alkohol. Der Zucker ist verschwunden und mit dem Zucker alle vorher in dem Saft enthaltenen stickstoffhaltigen Körper. Beide haben sich gleichzeitig mit und neben einander zersetzt; der Stickstoff der stickstoffhaltigen Substanzen findet sich in der Flüssigkeit als Ammoniak wieder und neben dem Ammoniak drei neue Producte, welche aus den Bestandtheilen des Pflanzensaftes erzeugt worden sind. Die eine ist eine wenig flüchtige in dem thierischen Organismus vorkommende Säure, die Milchsäure, die andere ist der krystallinische Körper, der den Hauptbestandtheil der Manna ausmacht und die dritte ist eine feste dem arabischen Gummi ähnliche Masse, welche mit Wasser einen dicken zähen Schleim bildet. Die drei Producte zusammen wiegen, ohne das Gewicht der gasförmigen Producte zu rechnen, mehr, als der im Saft enthaltene Zucker; sie sind also

nicht aus den Elementen des Zuckers allein entſtanden; keins von den dreien war vor dieſer Metamorphoſe in dem Safte zu entdecken, ſie ſind alſo durch eine Umſetzung der Beſtandtheile des Zuckers mit denen der fremden Subſtanzen gebildet worden und dieſes Ineinandergreifen von zwei und mehreren Metamorphoſen iſt es, was wir die eigentliche Fäulniß nennen.

Hefe, Ferment.

Wendet man ſeine Aufmerkſamkeit den Materien zu, durch welche Gährung und Fäulniß in andern Körpern erregt wird, ſo findet man bei genauem Beachten ihres Verhaltens und ihrer Verbindungsweiſe, daß ſie ohne Ausnahmen Subſtanzen ſind, deren eigene Elemente ſich im Zuſtand der Umſetzung befinden.

Betrachten wir zuvörderſt die merkwürdige Materie, die ſich aus gährendem Bier, Wein und Pflanzenſäften in unlöslichem Zuſtande abſetzt, und die den Namen Ferment, Gährungsſtoff von ihrem ausgezeichneten Vermögen erhalten hat, Zucker und ſüße Pflanzenſäfte in Gährung zu verſetzen, ſo beobachten wir, daß das Ferment ſich in jeder Hinſicht wie ein in Fäulniß und Verweſung begriffener ſtickſtoffhaltiger Körper verhält.

Das Ferment verwandelt den Sauerſtoff der umgebenden Luft in Kohlenſäure und entwickelt noch Kohlenſäure aus ſei-

ner eigenen Masse (Colin), unter Wasser fährt es fort, Kohlensäure und übelriechende Gase zu entwickeln (Thénard), und ist zuletzt in eine dem alten Käse ähnliche Masse verwandelt (Prouſt); seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, ist mit Vollendung dieser Fäulniß verschwunden.

Zur Erhaltung der Eigenschaften des Ferments ist die Gegenwart von Wasser eine Bedingung; schon durch bloßes Auspressen wird seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, verringert, durch Austrocknen wird sie vernichtet; sie wird gänzlich aufgehoben durch Siedhitze, Alkohol, Kochsalz, ein Uebermaß von Zucker, Queckſilberoxid, Sublimat, Holzeſſig, ſchweflige Säure, ſalpeterſaures Silberoxid, ätheriſche Oele, durch lauter Substanzen also, welche der Fäulniß entgegenwirken.

Der unlösliche Körper, den man Ferment nennt, bewirkt die Gährung nicht. Wird die Bier- oder Weinhefe mit ausgekochtem kaltem destillirtem Wasser sorgfältig ausgewaschen mit der Vorsicht, daß die Substanz stets mit Wasser bedeckt bleibt, so bringt der Rückstand die Gährung in Zuckerwasser nicht mehr hervor.

Der lösliche Theil des Ferments bewirkt die Gährung ebenfalls nicht. Ein in der Wärme bereiteter klarer wässriger Aufguß von Ferment kann mit Zuckerwasser in einem verschlossenen Gefäße zusammengebracht werden, ohne das mindeste Zeichen von Zersetzung hervorzubringen. Wo ist nun, kann man fragen, der Stoff oder die Materie, wo ist der Erreger der Gährung in dem Ferment, wenn die unlöslichen und löslichen Bestandtheile des Ferments diese Zersetzung nicht hervorzubringen vermögen? Dieß ist von Colin auf die entschiedenste Weise beantwortet worden; sie wird durch den aufgelöſ'ten Stoff bewirkt, wenn der

die Abſcheidung von Waſſer. 1 Aeq. Orcin C_{18} H_{24} O_8 und 1 Aeq. Ammoniak nehmen 5 Aeq. Sauerſtoff auf, und es trennen ſich 5 Aeq. Waſſer, indem Orcein C_{18} H_{20} O_8 N_2 gebildet wird. (Dumas.) Hier iſt alſo offenbar der aufgenommene Sauerſtoff ausſchließlich an den Waſſerſtoff getreten.

So wahrſcheinlich es nun auch erſcheint, daß bei der Verweſung organiſcher Materien die Wirkung des Sauerſtoffs ſich zuerſt und vorzugsweiſe auf das verbrennlichſte Element, den Waſſerſtoff, erſtreckt, ſo läßt ſich daraus nicht ſchließen, daß dem Kohlenſtoff abſolut die Fähigkeit mangele, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, wenn jedes Theilchen davon in Berührung iſt mit Waſſerſtoff, der ſich leichter damit verbindet.

Wir wiſſen im Gegentheil, daß der Stickſtoff, welcher direct mit Sauerſtoff nicht verbunden werden kann, ſich zu Salpeterſäure oxidirt, wenn er mit einer großen Menge Waſſerſtoffgas gemengt, im Sauerſtoffgas verbrannt wird. Hier wird offenbar durch den verbrennenden Waſſerſtoff ſeine Verwandtſchaft geſteigert, indem ſich die Verbrennung des Waſſerſtoffs auf den ihn berührenden Stickſtoff überträgt. Auf eine ähnliche Weiſe iſt es denkbar, daß in manchen Fällen ſich Kohlenſtoff direct mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure oxidirt, indem er durch den verweſenden Waſſerſtoff eine Fähigkeit erhält, die er bei gewöhnlicher Temperatur für ſich nicht beſitzt; aber für die meiſten Fälle muß die Kohlenſäurebildung bei der Verweſung waſſerſtoffreicher Materien einer andern Urſache zugeſchrieben werden. Sie ſcheint auf ähnliche Art gebildet zu werden wie die Eſſigſäure bei der Verweſung des ſalicyligſauren Kalis. Dieſes Salz, der feuchten Luft ausgeſetzt, abſorbirt 3 Atome Sauerſtoff; es entſteht ein humusähnlicher Körper, die Melanſäure, in Folge deren Bildung ſich die Elemente von 1 At. Eſſigſäure von denen der ſalicyligen Säure trennen.

Bei der Berührung einer alkalischen Lösung von Hämatin mit Sauerstoff absorbiren 0,2 Grm. in zwei Stunden 28,6 Cubiccentimeter Sauerstoffgas, wobei das Alkali einen Gehalt von 6 CC. Kohlensäure erhält (in Chevreul); da diese 6 CC. Kohlensäure nur ein gleiches Volumen Sauerstoff enthalten, so geht aus dieser Erfahrung mit Gewißheit hervor, daß $^3/_4$ des aufgenommenen Sauerstoffs nicht an Kohlenstoff getreten sind. Es ist höchst wahrscheinlich, daß mit der Oxidation ihres Wasserstoffs ein Theil des Kohlenstoffs der Substanz sich mit ihrem eigenen Sauerstoff in der Form von Kohlensäure von den übrigen Elementen getrennt hat.

Die Versuche von Saussure über die Verwesung der Holzfaser lassen über eine solche Trennung kaum einen Zweifel zu. Feuchte Holzfaser entwickelt nämlich für jedes Volumen Sauerstoff, was davon aufgenommen wird, ein gleiches Volumen Kohlensäure, welche, wie man weiß, das nämliche Volumen Sauerstoff enthält. Da nun die Holzfaser Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthält, so ist der Erfolg der Einwirkung des Sauerstoffs gerade so, als wenn reine Kohle sich direct mit Sauerstoff verbunden hätte.

Das ganze Verhalten der Holzfaser zeigt aber, daß die Elemente des Wassers, welche Bestandtheile davon ausmachen, nicht in der Form von Wasser darin wirklich enthalten sind; denn in diesem Falle müßte man Stärke, Zucker und Gummi ebenfalls als Hydrate der Kohle betrachten.

Wenn aber der Wasserstoff nicht in der Form von Wasser n der Holzfaser vorhanden ist, so kann man die directe Oxidation des Kohlenstoffs neben diesem Wasserstoff nicht annehmen, ohne in Widerspruch mit allen Erfahrungen zu gerathen, die man über Verbrennungsprocesse in niederer Temperatur gemacht hat.

lich erfolgt, sobald die Cyansäure mit Wasser zusammengebracht wird; unter lebhaftem Aufbrausen verwandelt sie sich in Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Zersetzung läßt sich als Typus aller Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper betrachten, es ist die Fäulniß in ihrer reinsten und vollendetsten Form, denn die neuen Produkte, Kohlensäure und Ammoniak, sind keiner weiteren Metamorphose mehr fähig.

Eine ganz andere und weit verwickeltere Form nimmt aber die Fäulniß an, wenn die ersten Produkte, welche gebildet werden, einer fortschreitenden Veränderung unterliegen, sie zerfällt in diesen Fällen in mehrere Perioden, bei denen es unmöglich ist die Grenze zu bestimmen, wo die eine aufhört und die andere anfängt.

Die Metamorphose einer aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehenden Verbindung des Cyans, des einfachsten unter allen stickstoffhaltigen Körpern, giebt eine klare Vorstellung von der Mannigfaltigkeit der Produkte, die hierbei auftreten, es ist die einzige Fäulniß einer stickstoffhaltigen Substanz, die einigermaßen untersucht ist.

Eine Auflösung von Cyan im Wasser trübt sich nach kurzer Zeit und setzt eine schwarze oder braun-schwarze Materie ab, welche die Ammoniakverbindung eines Körpers ist, der durch eine einfache Vereinigung von Cyan mit Wasser entsteht. Diese Substanz ist unlöslich im Wasser und entzieht sich durch ihren Zustand jeder weiteren Veränderung.

Eine zweite Metamorphose wird bedingt durch die Theilung des Cyans in die Elemente des Wassers, es entsteht Cyansäure, indem sich eine gewisse Menge Cyan mit Sauerstoff verbindet, es bildet sich Blausäure, indem eine andere Portion Cyan sich mit dem freiwerdenden Wasserstoff vereinigt.

Eine dritte Metamorphose erfährt das Cyan, indem eine vollkommene Spaltung der Elemente des Cyans und eine Theilung dieser Elemente in die Bestandtheile des Wassers stattfindet. Oxalsäure auf der einen Seite, Ammoniak auf der andern, sind die Producte dieser Spaltung.

Cyansäure, deren Bildung so eben erwähnt worden ist, kann in Berührung mit Wasser nicht bestehen; sie zersetzt sich im Moment ihrer Bildung, wie oben erwähnt, in Kohlensäure und Ammoniak, die sich neu bildende Cyansäure entgeht aber dieser Zersetzung; indem sie mit dem freigewordenen Ammoniak in Verbindung tritt, entsteht Harnstoff.

Die Blausäure zersetzt sich ebenfalls in eine braune Materie, welche Wasserstoff und Cyan, das letztere in einem größeren Verhältniß als wie im gasförmigen enthält; es wird bei ihrer Zersetzung ebenfalls Oxalsäure, Harnstoff und Kohlensäure gebildet, und durch Spaltung ihres Radikals tritt Ameisensäure als neues Produkt auf.

Eine Substanz mithin, welche nur Kohlenstoff und Stickstoff enthält, liefert im Ganzen acht von einander durchaus verschiedene Produkte.

Einige dieser Produkte sind durch die Metamorphose des ursprünglichen Körpers, durch die Theilung seiner Elemente in die Bestandtheile des Wassers, andere in Folge einer weitern Spaltung der ersteren entstanden.

Der Harnstoff, das kohlensaure Ammoniak sind durch die Verbindung von zwei der gebildeten Produkte entstanden; an ihrer Bildung haben alle Elemente Antheil genommen.

Wie aus den ebenangeführten Beispielen entnommen werden kann, umfassen die Zersetzungen durch Gährung oder Fäulniß in ihren Resultaten verschiedene Erscheinungen.

Es sind entweder Umsetzungen der Elemente einer com-

ſerſtoff und der Waſſerſtoff des zerſetzten Waſſers als reines Waſſerſtoffgas oder als Sumpfgas in Freiheit geſetzt werden; die Produkte dieſer Zerſetzung ſind mithin von derſelben Art, wie wenn Waſſerdämpfe über glühende Kohlen geleitet werden.

Es iſt nun klar, daß, wenn das Waſſer eine an Sauerſtoff reiche Materie enthält, wie Schwefelſäure z. B., ſo wird von der faulenden Materie dieſer Sauerſtoff mit dem des Waſſers zur Bildung von Kohlenſäure in Anſpruch genommen werden, und aus dem gleichzeitig frei gewordenen Schwefel und dem Waſſerſtoffgas, die ſich im Entſtehungsmomente verbinden, entſteht Schwefelwaſſerſtoffſäure, die ſich mit den vorhandenen Metalloxiden zu Schwefelmetallen umſetzt.

Die gefaulten Blätter der Waidpflanze, in Berührung mit blauem Indigo und Alkali, bei Gegenwart von Waſſer, gehen in eine weitere Zerſetzung über, deren Reſultat eine Desoxidation des Indigo's, ſeine Auflöſung iſt.

Vergleicht man die Zuſammenſetzung des Mannits, welcher durch Fäulniß von zuckerhaltigem Rüben- und andern Pflanzenſäften gebildet wird, mit der des Traubenzuckers, ſo findet man, daß er die nämliche Anzahl von Atomen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, aber zwei Atome Sauerſtoff weniger enthält, als der Traubenzucker; es iſt außerordentlich wahrſcheinlich, daß ſeine Entſtehung auf eine ähnliche Weiſe aus dem Traubenzucker gefolgert werden muß, wie die Verwandlung des blauen Indigo in desoxidirten weißen Indigo.

Bei der Fäulniß des Klebers entwickelt ſich kohlenſaures Gas und reines Waſſerſtoffgas, es entſteht phosphorſaures, eſſigſaures, käſeſaures, milchſaures Ammoniak in ſolcher Menge, daß die weitere Zerſetzung aufhört; wird das Waſſer erneuert, ſo geht die Zerſetzung weiter, außer jenen Salzen entſteht kohlenſaures Ammoniak, eine weiſſe glimmerähnliche kryſtalliniſche

Materie (Käseoxid), Schwefelammonium und eine durch Chlor gerinnende schleimige Substanz. Als ein selten fehlendes Produkt der Fäulniß organischer Körper tritt im Besonderen die Milchsäure auf.

Wenn man, von diesen Erscheinungen ausgehend, die Gährung und Fäulniß mit der Zersetzung vergleicht, welche die organischen Verbindungen durch den Einfluß höherer Temperaturen erfahren, so erscheint die trockne Destillation als ein Verbrennungsproceß in dem Innern einer Materie von einem Theile ihres Kohlenstoffs auf Kosten von allem oder einem Theil ihres eigenen Sauerstoffs, in deren Folge wasserstoffreiche andere Verbindungen gebildet werden. Die Gährung stellt sich dar als eine Verbrennung derselben Art, die bei einer, die gewöhnliche, nur wenig überschreitenden Temperatur im Innern einer Flüssigkeit zwischen den Elementen einer und derselben Materie vor sich geht, und die Fäulniß als ein Oxidationsproceß, an dem der Sauerstoff aller vorhandenen Materien Antheil nimmt.

Dampft man Pflanzenſäfte beim Zutritt der Luft in gelinder Wärme ab, ſo ſchlägt ſich als Product der Einwirkung des Sauerſtoffs eine braune oder braunſchwarze Subſtanz nieder, die bei allen Pflanzenſäften von ähnlicher Beſchaffenheit zu ſein ſcheint, ſie wird mit dem Namen Extractivſtoff bezeichnet, ſie iſt im Waſſer ſchwer oder unlöslich und wird von Alkalien leicht aufgenommen.

Durch die Einwirkung der Luft auf feſte thieriſche oder vegetabiliſche Gebilde entſteht eine ähnliche pulverige braunſchwarze Subſtanz, die man Humus (Terreau) nennt.

Die Bedingungen zur Einleitung der Verweſung ſind von der mannigfaltigſten Art; viele und namentlich gemiſchte-organiſche Materien oxidiren ſich an der Luft beim bloßen Befeuchten mit Waſſer, andere beim Zuſammenbringen von Alkalien, und die meiſten gehen in den Zuſtand der langſamen Verbrennung über, wenn ſie mit andern verweſenden Materien in Berührung gebracht werden.

Die Verweſung einer organiſchen Materie kann durch alle Subſtanzen aufgehoben oder gehindert werden, welche der Fäulniß oder Gährung entgegenwirken; Mineralſäuren, Queckſilberſalze, aromatiſche Subſtanzen, brenzliche Oele, Terpentinöl beſitzen in dieſer Beziehung einerlei Wirkung; die letzteren verhalten ſich gegen verweſende Körper, wie gegen Posphorwaſſerſtoffgas, deſſen Selbſtentzündlichkeit ſie vernichten.

Viele Materien, welche für ſich oder mit Waſſer befeuchtet nicht in den Zuſtand der Verweſung übergehen, gehen bei Berührung mit einem Alkali einer langſamen Verbrennung entgegen.

Die Gallusſäure, das Hämatin und viele andere Stoffe laſſen ſich in ihrer wäſſerigen Löſung unverändert aufbewahren, die kleinſte Menge freies Alkali ertheilt aber dieſen Materien

die Fähigkeit Sauerſtoff anzuziehen, und ſich, häufig unter Entwickelung von Kohlenſäure, in braune humusähnliche Subſtanzen zu verwandeln (Chevreul).

Die merkwürdigſte Art der Verweſung ſtellt ſich bei vielen vegetabiliſchen Subſtanzen ein, wenn ſie mit Ammoniak und Waſſer der Luft ausgeſetzt werden; ohne Entwickelung von Kohlenſäure ſtellt ſich eine raſche Sauerſtoffaufnahme ein, es entſtehen, wie beim Orcin, Erythrin und andern prachtvoll violett oder roth gefärbte Flüſſigkeiten, welche jetzt eine ſtickſtoffhaltige Subſtanz enthalten, in welcher der Stickſtoff nicht in der Form von Ammoniak enthalten iſt.

Bei allen dieſen Vorgängen hat ſich herausgeſtellt, daß die Einwirkung des Sauerſtoffs ſich nur ſelten auf den Kohlenſtoff der Materien erſtreckt, was der Verbrennung in höheren Temperaturen vollkommen entſpricht.

Man weiß z. B., daß, wenn zu einer verbrennenden Kohlenwaſſerſtoff-Verbindung nicht mehr Sauerſtoff zugelaſſen wird, als gerade hinreicht, um den Waſſerſtoff zu oxidiren, daß in dieſem Fall kein Kohlenſtoff verbrennt, ſondern als Kienruß abgeſchieden wird; iſt die hinzutretende Sauerſtoffmenge noch geringer, ſo werden die waſſerſtoffreichen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen, in waſſerſtoffarme, in Naphthalin und andere ähnliche zurückgeführt.

Wir haben kein Beiſpiel, daß ſich Kohlenſtoff direct bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerſtoff verbindet, aber zahlloſe Erfahrungen, daß der Waſſerſtoff in gewiſſen Zuſtänden der Verdichtung dieſe Eigenſchaft beſitzt. Geglühter Kienruß bildet, im Sauerſtoffgas aufbewahrt, keine Kohlenſäure; mit waſſerſtoffreichen Oelen getränkter Kienruß erwärmt ſich in der Luft und entzündet ſich von ſelbſt, und mit Recht hat man die Selbſtentzündlichkeit der zur Pulverfabrication dienenden waſſer-

stoffreichen Kohle gerade diesem Wasserstoffgehalte zugeschrieben, denn während des Pulverisirens dieser Kohle findet man in der umgebenden Luft keine Spur Kohlensäure; sie tritt nicht eher auf, als bis die Temperatur der Masse die Glühhitze erreicht hat. Die Wärme selbst, welche die Entzündung bedingt, ist mithin nicht durch die Oxidation des Kohlenstoffs gebildet worden.

Man kann die verwesenden Materien in zwei Klassen trennen; in Substanzen, welche sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, ohne Kohlensäure zu entwickeln, und in andere, bei denen die Absorbtion des Sauerstoffs begleitet ist von einer Abscheidung von Kohlensäure.

Bittermandelöl, der atmosphärischen Luft ausgesetzt, verwandelt sich in Benzoesäure durch Aufnahme von 2 At. Sauerstoff; man weiß, daß die Hälfte davon an den Wasserstoff des Oels tritt und damit Wasser bildet, was in Verbindung bleibt mit der entstandenen wasserfreien Benzoesäure.

Nach den Erfahrungen von Döbereiner absorbiren 100 Th. Pyrogallussäure bei Gegenwart von Ammoniak und Wasser 38,09 Th. Sauerstoff; sie wird in eine moderartige Substanz verwandelt, die weniger Sauerstoff wie vorher enthält. Es ist klar, daß das entstandene Product kein höheres Oxid ist, und wenn man die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs mit ihrem Wasserstoffgehalt vergleicht, so ergiebt sich, daß derselbe genau hinreicht, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden.

Bei der Bildung des blutrothen Orceins aus farbloſem Orcin, was man bei Gegenwart von Ammoniak in Berührung ließ mit Sauerstoff, geht durch die Aufnahme von Sauerstoff mit den Elementen beider Substanzen, dem Ammoniak und dem Orcin, keine andere Veränderung vor sich, als

Eine gewisse Menge Hefe ist also erforderlich, um eine bestimmte Portion Zucker zur Vollendung seiner Metamorphose zu bringen, aber seine Wirkung ist keine Massenwirkung, sondern ihr Einfluß beschränkt sich lediglich auf ihr Vorhandensein bis zu dem Endpunkte hin, wo das letzte Atom Zucker sich zersetzt hat.

Aus den dargelegten Thatsachen und Beobachtungen ergiebt sich demnach für die Chemie die Existenz einer neuen Ursache, welche Verbindungen und Zersetzungen bewirkt, und diese Ursache ist die Thätigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Bestandtheile nur durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten sind; diese Thätigkeit wirkt ähnlich einer eigenthümlichen Kraft, deren Träger ein in Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper ist, eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstreckt.

Ueber eine Menge bekannter Erscheinungen kann man sich jetzt genügende Rechenschaft geben.

Aus frischem Pferdeharn erhält man beim Zusatz von Salzsäure eine reichliche Menge Hippursäure; läßt man den Harn in Fäulniß übergehen, so läßt sich keine Spur mehr davon entdecken. Menschenharn enthält eine beträchtliche Quantität Harnstoff; in gefaultem Harn ist aller Harnstoff verschwunden. Harnstoff, den man einer gährenden Zuckerlösung zugesetzt hat, zerlegt sich in Kohlensäure und Ammoniak; in einem gegohrenen Auszug von Spargeln, Althäwurzeln ist kein Asparagin mehr vorhanden.

Es ist früher berührt worden, daß in der überwiegenden Verwandtschaft des Stickstoffs zu dem Wasserstoff, so wie in der ausgezeichneten Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, in ihrem entgegengesetzten Streben also, sich der Elemente

Bei der Berührung einer alkalischen Lösung von Hämatin mit Sauerstoff absorbiren 0,2 Grm. in zwei Stunden 28,6 Cubiccentimeter Sauerstoffgas, wobei das Alkali einen Gehalt von 6 CC. Kohlensäure erhält (in Chevreul); da diese 6 CC. Kohlensäure nur ein gleiches Volumen Sauerstoff enthalten, so geht aus dieser Erfahrung mit Gewißheit hervor, daß $^3/_4$ des aufgenommenen Sauerstoffs nicht an Kohlenstoff getreten sind. Es ist höchst wahrscheinlich, daß mit der Oxidation ihres Wasserstoffs ein Theil des Kohlenstoffs der Substanz sich mit ihrem eigenen Sauerstoff in der Form von Kohlensäure von den übrigen Elementen getrennt hat.

Die Versuche von Saussure über die Verwesung der Holzfaser lassen über eine solche Trennung kaum einen Zweifel zu. Feuchte Holzfaser entwickelt nämlich für jedes Volumen Sauerstoff, was davon aufgenommen wird, ein gleiches Volumen Kohlensäure, welche, wie man weiß, das nämliche Volumen Sauerstoff enthält. Da nun die Holzfaser Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthält, so ist der Erfolg der Einwirkung des Sauerstoffs gerade so, als wenn reine Kohle sich direct mit Sauerstoff verbunden hätte.

Das ganze Verhalten der Holzfaser zeigt aber, daß die Elemente des Wassers, welche Bestandtheile davon ausmachen, nicht in der Form von Wasser darin wirklich enthalten sind; denn in diesem Falle müßte man Stärke, Zucker und Gummi ebenfalls als Hydrate der Kohle betrachten.

Wenn aber der Wasserstoff nicht in der Form von Wasser n der Holzfaser vorhanden ist, so kann man die directe Oxidation des Kohlenstoffs neben diesem Wasserstoff nicht annehmen, ohne in Widerspruch mit allen Erfahrungen zu gerathen, die man über Verbrennungsprocesse in niederer Temperatur gemacht hat.

ſerſtoff und der Waſſerſtoff des zerſetzten Waſſers als reines Waſſerſtoffgas oder als Sumpfgas in Freiheit geſetzt werden; die Produkte dieſer Zerſetzung ſind mithin von derſelben Art, wie wenn Waſſerdämpfe über glühende Kohlen geleitet werden.

Es iſt nun klar, daß, wenn das Waſſer eine an Sauerſtoff reiche Materie enthält, wie Schwefelſäure z. B., ſo wird von der faulenden Materie dieſer Sauerſtoff mit dem des Waſſers zur Bildung von Kohlenſäure in Anſpruch genommen werden, und aus dem gleichzeitig frei gewordenen Schwefel und dem Waſſerſtoffgas, die ſich im Entſtehungsmomente verbinden, entſteht Schwefelwaſſerſtoffſäure, die ſich mit den vorhandenen Metalloxiden zu Schwefelmetallen umſetzt.

Die gefaulten Blätter der Waidpflanze, in Berührung mit blauem Indigo und Alkali, bei Gegenwart von Waſſer, gehen in eine weitere Zerſetzung über, deren Reſultat eine Desoxidation des Indigo's, ſeine Auflöſung iſt.

Vergleicht man die Zuſammenſetzung des Mannits, welcher durch Fäulniß von zuckerhaltigem Rüben- und andern Pflanzenſäften gebildet wird, mit der des Traubenzuckers, ſo findet man, daß er die nämliche Anzahl von Atomen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, aber zwei Atome Sauerſtoff weniger enthält, als der Traubenzucker; es iſt außerordentlich wahrſcheinlich, daß ſeine Entſtehung auf eine ähnliche Weiſe aus dem Traubenzucker gefolgert werden muß, wie die Verwandlung des blauen Indigo in desoxidirten weißen Indigo.

Bei der Fäulniß des Klebers entwickelt ſich kohlenſaures Gas und reines Waſſerſtoffgas, es entſteht phosphorſaures, eſſigſaures, käſeſaures, milchſaures Ammoniak in ſolcher Menge, daß die weitere Zerſetzung aufhört; wird das Waſſer erneuert, ſo geht die Zerſetzung weiter, außer jenen Salzen entſteht kohlenſaures Ammoniak, eine weiſſe glimmerähnliche kryſtalliniſche

Materie (Käſeoxid), Schwefelammonium und eine durch Chlor gerinnende ſchleimige Subſtanz. Als ein ſelten fehlendes Produkt der Fäulniß organiſcher Körper tritt im Beſonderen die Milchſäure auf.

Wenn man, von dieſen Erſcheinungen ausgehend, die Gährung und Fäulniß mit der Zerſetzung vergleicht, welche die organiſchen Verbindungen durch den Einfluß höherer Temperaturen erfahren, ſo erſcheint die trockne Deſtillation als ein Verbrennungsproceß in dem Innern einer Materie von einem Theile ihres Kohlenſtoffs auf Koſten von allem oder einem Theil ihres eigenen Sauerſtoffs, in deren Folge waſſerſtoffreiche andere Verbindungen gebildet werden. Die Gährung ſtellt ſich dar als eine Verbrennung derſelben Art, die bei einer, die gewöhnliche, nur wenig überſchreitenden Temperatur im Innern einer Flüſſigkeit zwiſchen den Elementen einer und derſelben Materie vor ſich geht, und die Fäulniß als ein Oxidationsproceß, an dem der Sauerſtoff aller vorhandenen Materien Antheil nimmt.

wirken ihrer Aeußerung nicht entgegen, in der Verweſung ſind alle dieſe Hinderniſſe zu überwinden.

Das Auftreten der Kohlenſäure bei Verweſung vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen, welche reich ſind an Waſſerſtoff, muß hiernach einer ähnlichen Umſetzung der Elemente oder Störung ihrer Anziehungen zugeſchrieben werden, als wie die Bildung derſelben bei der Gährung und Fäulniß. Indem der Waſſerſtoff der Subſtanz durch Verweſung hinweggenommen und oxidirt wird, trennen ſich von ihren übrigen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure.

Bei dieſer Klaſſe von Materien iſt demnach die Verweſung eine Zerſetzung, ähnlich der Fäulniß ſtickſtoffhaltiger Materien.

Wir haben bei dieſen zwei Verwandtſchaften, die des Stickſtoffs zum Waſſerſtoff und die des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, durch welche unter geeigneten Umſtänden eine leichtere Spaltung der Elemente erfolgt; bei den Körpern, die unter Bildung von Kohlenſäure verweſen, ſind ebenfalls zwei Verwandtſchaften thätig, die des Sauerſtoffs der Luft zu dem Waſſerſtoff der Subſtanz, welche die Anziehung des Stickſtoffs zu dem nämlichen Elemente hier vertritt, und andrerſeits die Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zu dem Sauerſtoff der Subſtanz, die unter allen Umſtänden unverändert bleibt.

Bei der Fäulniß des Holzes auf dem Boden von Sümpfen trennt ſich von ſeinen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure, ſein Waſſerſtoff in der Form von Kohlenwaſſerſtoff; in ſeiner Verweſung, in ſeiner Fäulniß beim Zutritt der Luft verbindet ſich ſein Waſſerſtoff nicht mit Kohlenſtoff, ſondern mit Sauerſtoff, zu dem er bei gewöhnlicher Temperatur eine weit größere Verwandtſchaft beſitzt.

Von dieſer vollkommnen Gleichheit der Action rührt es unſtreitig her, daß verweſende und faulende Körper ſich in ihrer Wirkung auf einander gegenſeitig erſetzen können.

Alle faulende Körper gehen bei ungehindertem Zutritt der Luft in Verweſung, alle verweſenden Materien in Fäulniß über, ſobald die Luft abgeſchloſſen wird.

Eben ſo ſind alle verweſenden Körper fähig, die Fäulniß in andern Körpern einzuleiten und zu erregen, auf dieſelbe Weiſe, wie dieß von andern faulenden geſchieht.

Verweſung ſtickſtofffreier Körper. Eſſigbildung.

Alle Materien, welche, wie man gewöhnlich annimmt, die Fähigkeit beſitzen, von ſelbſt in Gährung und Fäulniß überzugehen, erleiden in der That bei näherer Betrachtung dieſe Zuſtände der Zerſetzung, ohne eine vorangegangene Störung, nicht. Es tritt zuerſt Verweſung ein, ehe ſie in Fäulniß oder Gährung übergehen, und erſt nach Abſorbtion einer gewiſſen Menge Sauerſtoff beginnen die Zeichen einer im Innern der Materien vorgehenden Metamorphoſe.

Es giebt kaum einen Irrthum, welcher mehr verbreitet iſt, als die Meinung, daß organiſche Subſtanzen ſich ſelbſt überlaſſen, ohne äußere Urſache, ſich zu verändern vermögen. Wenn ſie nicht ſelbſt ſchon im Zuſtande der Veränderung begriffen

die Fähigkeit Sauerſtoff anzuziehen, und ſich, häufig unter Entwickelung von Kohlenſäure, in braune humusähnliche Subſtanzen zu verwandeln (Chevreul).

Die merkwürdigſte Art der Verweſung ſtellt ſich bei vielen vegetabiliſchen Subſtanzen ein, wenn ſie mit Ammoniak und Waſſer der Luft ausgeſetzt werden; ohne Entwickelung von Kohlenſäure ſtellt ſich eine raſche Sauerſtoffaufnahme ein, es entſtehen, wie beim Orcin, Erythrin und andern prachtvoll violett oder roth gefärbte Flüſſigkeiten, welche jetzt eine ſtickſtoffhaltige Subſtanz enthalten, in welcher der Stickſtoff nicht in der Form von Ammoniak enthalten iſt.

Bei allen dieſen Vorgängen hat ſich herausgeſtellt, daß die Einwirkung des Sauerſtoffs ſich nur ſelten auf den Kohlenſtoff der Materien erſtreckt, was der Verbrennung in höheren Temperaturen vollkommen entſpricht.

Man weiß z. B., daß, wenn zu einer verbrennenden Kohlenwaſſerſtoff-Verbindung nicht mehr Sauerſtoff zugelaſſen wird, als gerade hinreicht, um den Waſſerſtoff zu oxidiren, daß in dieſem Fall kein Kohlenſtoff verbrennt, ſondern als Kienruß abgeſchieden wird; iſt die hinzutretende Sauerſtoffmenge noch geringer, ſo werden die waſſerſtoffreichen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen, in waſſerſtoffarme, in Naphthalin und andere ähnliche zurückgeführt.

Wir haben kein Beiſpiel, daß ſich Kohlenſtoff direct bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerſtoff verbindet, aber zahlloſe Erfahrungen, daß der Waſſerſtoff in gewiſſen Zuſtänden der Verdichtung dieſe Eigenſchaft beſitzt. Geglühter Kienruß bildet, im Sauerſtoffgas aufbewahrt, keine Kohlenſäure; mit waſſerſtoffreichen Oelen getränkter Kienruß erwärmt ſich in der Luft und entzündet ſich von ſelbſt, und mit Recht hat man die Selbſtentzündlichkeit der zur Pulverfabrication dienenden waſſer-

Fähigkeit erhielt er wieder bei erneuter Berührung mit der Luft.

Fleiſchſpeiſen jeder Art, die am leichteſten veränderlichen Gemüſe gerathen nicht in Fäulniß, wenn ſie in luftdicht verſchloſſenen Gefäßen der Siedhitze des Waſſers ausgeſetzt werden; man hat Speiſen dieſer Art nach 15 Jahren in demſelben Zuſtande der Friſche und des Wohlgeſchmacks bei dem Eröffnen wiedergefunden, den ſie bei dem Einfüllen beſaßen.

Man kann ſich über die Wirkungsweiſe des Sauerſtoffs in dieſen Zerſetzungsproceſſen nicht täuſchen, ſie beruht in der Veränderung, welche in dem Traubenſafte und den Pflanzenſäften die aufgelöſten ſtickſtoffhaltigen Materien erfahren, in dem Zuſtande der Entmiſchung, in welchen ſie in Folge der Berührung mit dem Sauerſtoff übergehen.

Der Sauerſtoff wirkt hierbei ähnlich, wie Reibung, Stoß oder Bewegung, welche gegenſeitige Zerſetzung zweier Salze, welche das Kryſtalliſiren einer geſättigten Salzauflöſung, das Explodiren von Knallſilber bewirken, er veranlaßt die Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe und vermittelt den Uebergang in den Zuſtand der Bewegung.

Iſt dieſer Zuſtand einmal eingetreten, ſo bedarf es ſeiner Gegenwart nicht mehr. Das kleinſte Theilchen des ſich zerſetzenden, des ſich umſetzenden ſtickſtoffhaltigen Körpers wirkt an ſeiner Stelle, die Bewegung fortpflanzend, auf das neben ihm liegende. Die Luft kann abgeſchloſſen werden, und die Gährung oder Fäulniß geht ununterbrochen bis zu ihrer Vollendung fort. Bei manchen Früchten hat man bemerkt, daß es nur des Contacts der Kohlenſäure bedarf, um die Gährung des Saftes hervorzubringen.

Unter den Bedingungen zur Einleitung der Verweſung können als chemiſche die Berührung mit Ammoniak und mit

die Abſcheidung von Waſſer. 1 Aeq. Orcin C_{18} H_{24} O_8 und 1 Aeq. Ammoniak nehmen 5 Aeq. Sauerſtoff auf, und es trennen ſich 5 Aeq. Waſſer, indem Orcein C_{18} H_{20} O_8 N_2 gebildet wird. (Dumas.) Hier iſt alſo offenbar der aufgenommene Sauerſtoff ausſchließlich an den Waſſerſtoff getreten.

So wahrſcheinlich es nun auch erſcheint, daß bei der Verweſung organiſcher Materien die Wirkung des Sauerſtoffs ſich zuerſt und vorzugsweiſe auf das verbrennlichſte Element, den Waſſerſtoff, erſtreckt, ſo läßt ſich daraus nicht ſchließen, daß dem Kohlenſtoff abſolut die Fähigkeit mangele, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, wenn jedes Theilchen davon in Berührung iſt mit Waſſerſtoff, der ſich leichter damit verbindet.

Wir wiſſen im Gegentheil, daß der Stickſtoff, welcher direct mit Sauerſtoff nicht verbunden werden kann, ſich zu Salpeterſäure oxidirt, wenn er mit einer großen Menge Waſſerſtoffgas gemengt, im Sauerſtoffgas verbrannt wird. Hier wird offenbar durch den verbrennenden Waſſerſtoff ſeine Verwandtſchaft geſteigert, indem ſich die Verbrennung des Waſſerſtoffs auf den ihn berührenden Stickſtoff überträgt. Auf eine ähnliche Weiſe iſt es denkbar, daß in manchen Fällen ſich Kohlenſtoff direct mit Sauerſtoff zu Kohlenſäure oxidirt, indem er durch den verweſenden Waſſerſtoff eine Fähigkeit erhält, die er bei gewöhnlicher Temperatur für ſich nicht beſitzt; aber für die meiſten Fälle muß die Kohlenſäurebildung bei der Verweſung waſſerſtoffreicher Materien einer andern Urſache zugeſchrieben werden. Sie ſcheint auf ähnliche Art gebildet zu werden wie die Eſſigſäure bei der Verweſung des ſalicyligſauren Kalis. Dieſes Salz, der feuchten Luft ausgeſetzt, abſorbirt 3 Atome Sauerſtoff; es entſteht ein humusähnlicher Körper, die Melanſäure, in Folge deren Bildung ſich die Elemente von 1 At. Eſſigſäure von denen der ſalicyligen Säure trennen.

Bei der Berührung einer alkaliſchen Löſung von Hämatin mit Sauerſtoff abſorbiren 0,2 Grm. in zwei Stunden 28,6 Cubiccentimeter Sauerſtoffgas, wobei das Alkali einen Gehalt von 6 CC. Kohlenſäure erhält (in Chevreul); da dieſe 6 CC. Kohlenſäure nur ein gleiches Volumen Sauerſtoff enthalten, ſo geht aus dieſer Erfahrung mit Gewißheit hervor, daß $^3/_4$ des aufgenommenen Sauerſtoffs nicht an Kohlenſtoff getreten ſind. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß mit der Oxidation ihres Waſſerſtoffs ein Theil des Kohlenſtoffs der Subſtanz ſich mit ihrem eigenen Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure von den übrigen Elementen getrennt hat.

Die Verſuche von Sauſſure über die Verweſung der Holzfaſer laſſen über eine ſolche Trennung kaum einen Zweifel zu. Feuchte Holzfaſer entwickelt nämlich für jedes Volumen Sauerſtoff, was davon aufgenommen wird, ein gleiches Volumen Kohlenſäure, welche, wie man weiß, das nämliche Volumen Sauerſtoff enthält. Da nun die Holzfaſer Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthält, ſo iſt der Erfolg der Einwirkung des Sauerſtoffs gerade ſo, als wenn reine Kohle ſich direct mit Sauerſtoff verbunden hätte.

Das ganze Verhalten der Holzfaſer zeigt aber, daß die Elemente des Waſſers, welche Beſtandtheile davon ausmachen, nicht in der Form von Waſſer darin wirklich enthalten ſind; denn in dieſem Falle müßte man Stärke, Zucker und Gummi ebenfalls als Hydrate der Kohle betrachten.

Wenn aber der Waſſerſtoff nicht in der Form von Waſſer n der Holzfaſer vorhanden iſt, ſo kann man die directe Oxidation des Kohlenſtoffs neben dieſem Waſſerſtoff nicht annehmen, ohne in Widerſpruch mit allen Erfahrungen zu gerathen, die man über Verbrennungsproceſſe in niederer Temperatur gemacht hat.

Betrachten wir den Erfolg der Einwirkung des Sauerſtoffs auf eine waſſerſtoffreiche Materie, den Alkohol z. B., ſo ergiebt ſich mit unzweifelhafter Gewißheit, daß die directe Bildung der Kohlenſäure ſtets das letzte Stadium ihrer Oxidation iſt, und daß bis zu ihrem Auftreten die Materie eine gewiſſe Anzahl von Veränderungen durchlaufen hat, deren letzte eine völlige Verbrennung ihres Waſſerſtoffs iſt.

In dem Aldehyd, der Eſſigſäure, Ameiſenſäure, Oxalſäure und Kohlenſäure haben wir eine zuſammenhängende Reihe von Oxidationsproducten des Alkohols, in welcher man die Veränderungen, durch die Einwirkung des Sauerſtoffs, mit Leichtigkeit verfolgen kann. Der Aldehyd iſt Alkohol, minus Waſſerſtoff; die Eſſigſäure entſteht aus dem Aldehyd, indem ſich dieſer direct mit Sauerſtoff verbindet. Durch weiteres Hinzutreten von Sauerſtoff entſteht aus der Eſſigſäure Ameiſenſäure und Waſſer; wird aller Waſſerſtoff in der Ameiſenſäure hinweggenommen, ſo hat man Oxalſäure, und tritt zu dieſer eine neue Quantität Sauerſtoff hinzu, ſo verwandelt ſie ſich in Kohlenſäure.

Wenn nun auch bei der Einwirkung oxidirender Materien auf Alkohol alle dieſe Producte gleichzeitig aufzutreten ſcheinen, ſo bleibt doch kaum ein Zweifel, daß die Bildung des letzten Products, der Kohlenſäure, eine vorhergehende Hinwegnahme alles Waſſerſtoffs vorausſetzt.

In der Verweſung der trocknenden Oele iſt die Abſorbtion des Sauerſtoffs offenbar nicht bedingt durch die Oxidation ihres Kohlenſtoffs, denn bei dem rohen Nußöl z. B., welches nicht frei war von Schleim und anderen Stoffen, bildete ſich für 146 Vol. abſorbirten Sauerſtoff nur 21 Vol. kohlenſaures Gas.

Man muß erwägen, daß eine Verbrennung in niederer Tem-

Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien. Salpeterbildung.

Wenn man in Beziehung auf die Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien die Erfahrungen zu Hülfe nimmt, welche man bei Verbrennungen ſtickſtoffhaltiger Materien gemacht hat, ſo weiß man, daß in höheren Temperaturen der Stickſtoff nie direct eine Verbindung mit dem Sauerſtoff eingeht. Die ſtickſtoffhaltigen organiſchen Subſtanzen enthalten ohne Ausnahme Kohlen- und Waſſerſtoff, die beide zum Sauerſtoff eine überwiegende Anziehung haben

Bei ſeiner ſchwachen Verwandtſchaft zum Sauerſtoff befindet ſich der Stickſtoff, neben dieſen, in derſelben Lage, wie ein Uebermaß von Kohle bei Verbrennung ſehr waſſerſtoffreicher Subſtanzen, ſowie bei dieſen ſich hierbei Kohlenſtoff in Subſtanz ausſcheidet; ſo iſt die Verbrennung ſtickſtoffhaltiger Materien ſtets von einer Abſcheidung von reinem Stickſtoff begleitet.

Ueberläßt man eine feuchte ſtickſtoffhaltige thieriſche Materie der Einwirkung der Luft, ſo bemerkt man unter allen Umſtänden ein Freiwerden von Ammoniak, nie wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Bei Gegenwart von Alkalien und alkaliſchen Baſen geht unter denſelben Umſtänden eine Verbrennung des Stickſtoffs vor ſich, unter andern Oxidationsprodukten bilden ſich ſalpeterſaure Salze.

wirken ihrer Aeußerung nicht entgegen, in der Verweſung ſind alle dieſe Hinderniſſe zu überwinden.

Das Auftreten der Kohlenſäure bei Verweſung vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen, welche reich ſind an Waſſerſtoff, muß hiernach einer ähnlichen Umſetzung der Elemente oder Störung ihrer Anziehungen zugeſchrieben werden, als wie die Bildung derſelben bei der Gährung und Fäulniß. Indem der Waſſerſtoff der Subſtanz durch Verweſung hinweggenommen und oxidirt wird, trennen ſich von ihren übrigen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure.

Bei dieſer Klaſſe von Materien iſt demnach die Verweſung eine Zerſetzung, ähnlich der Fäulniß ſtickſtoffhaltiger Materien.

Wir haben bei dieſen zwei Verwandtſchaften, die des Stickſtoffs zum Waſſerſtoff und die des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, durch welche unter geeigneten Umſtänden eine leichtere Spaltung der Elemente erfolgt; bei den Körpern, die unter Bildung von Kohlenſäure verweſen, ſind ebenfalls zwei Verwandtſchaften thätig, die des Sauerſtoffs der Luft zu dem Waſſerſtoff der Subſtanz, welche die Anziehung des Stickſtoffs zu dem nämlichen Elemente hier vertritt, und andrerſeits die Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zu dem Sauerſtoff der Subſtanz, die unter allen Umſtänden unverändert bleibt.

Bei der Fäulniß des Holzes auf dem Boden von Sümpfen trennt ſich von ſeinen Elementen Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure, ſein Waſſerſtoff in der Form von Kohlenwaſſerſtoff; in ſeiner Verweſung, in ſeiner Fäulniß beim Zutritt der Luft verbindet ſich ſein Waſſerſtoff nicht mit Kohlenſtoff, ſondern mit Sauerſtoff, zu dem er bei gewöhnlicher Temperatur eine weit größere Verwandtſchaft beſitzt.

günſtigſten Bedingungen bei Anwendung von Platinſchwamm in graduell verſchiedenen Temperaturen war Kuhlmann nicht im Stande, ſeine Oxidation zu bewerkſtelligen.

Der Kohlenſtoff in dem Cyangas war demnach der Vermittler der Verbrennung des Stickſtoffs.

Wir beobachten auf der andern Seite, daß die Verbindung des Stickſtoffs mit Waſſerſtoff, das Ammoniak, einer Einwirkung des Sauerſtoffs nicht ausgeſetzt werden kann, ohne ein Oxid des Stickſtoffs und in Folge deſſen Salpeterſäure zu bilden.

Gerade die Leichtigkeit, mit welcher der Stickſtoff in der Form von Ammoniak ſich in Salpeterſäure verwandelt, iſt die Urſache von der einzigen und großen Schwierigkeit, der wir in der Analyſe bei der Beſtimmung des Stickſtoffs in Stickſtoffverbindungen begegnen, in denen dieſer Körper entweder in der Form von Ammoniak zugegen iſt, oder aus denen er ſich bei Erhöhung der Temperatur als Ammoniak entwickelt. Wir bekommen ihn ganz oder zum Theil in der Form von Stickoxid wieder, wenn dieſes Ammoniak von dem glühenden Kupferoxide verbrannt wird.

Leiten wir Ammoniakgas über glühendes Manganhyperoxid oder Eiſenoxid, ſo erhalten wir bei Ueberſchuß von Ammoniak eine reichliche Menge von ſalpeterſaurem Ammoniak; daſſelbe geſchieht, wenn Ammoniak und Sauerſtoffgas über glühenden Platinſchwamm geleitet werden.

Nur in ſeltenen Fällen vereinigt ſich alſo bei Verbrennungen der Stickſtoff in Kohlenſtickſtoffverbindungen mit dem Sauerſtoff; dieß geſchieht in allen, wo Ammoniak verbrennt; ſtets wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Die Urſache, warum der Stickſtoff in der Form von Ammoniak eine ſo hervorſtechende Neigung zeigt, in Salpeterſäure

ſind, ſo bedarf es ſtets einer Störung in dem Zuſtande des Gleichgewichts, in dem ſich ihre Elemente befinden, und die allgemeinſte Veranlaſſung zu dergleichen Störungen, die verbreitetſte Urſache iſt unſtreitig die Atmoſphäre, welche alle Körper umgiebt.

Der am leichteſten veränderliche Pflanzenſaft in der Frucht oder dem Pflanzentheil, vor der unmittelbaren Berührung mit dem Sauerſtoff der Luft geſchützt, behält ſo lange ſeine Eigenſchaften unverändert bei, als die Materie der Zelle oder des Organs dieſer Einwirkung widerſteht; erſt nach erfolgter Berührung mit der Luft, erſt nach Abſorbtion einer gewiſſen Menge Sauerſtoff zerlegen ſich die in der Flüſſigkeit gelöſten Materien.

Die ſchönen Verſuche Gay Luſſac's über die Gährung des Traubenſaftes, ſowie die überaus wichtigen Anwendungen, zu denen ſie geführt haben, ſind die beſten Belege für den Antheil, den die Atmoſphäre an den Veränderungen organiſcher Subſtanzen nimmt.

Der Saft von Weintrauben, welcher durch Auspreſſen unter einer mit Queckſilber gefüllten Glocke bei Abſchluß aller Luft erhalten worden war, kam nicht in Gährung.

Die kleinſte Menge hinzutretender Luft brachte, unter Abſorbtion einer gewiſſen Menge Sauerſtoffgas, augenblicklich die Gährung hervor.

Wurde der Traubenſaft bei Zutritt der Luft ausgepreßt, durch die Berührung alſo mit Sauerſtoff die Bedingung gegeben, in Gährung überzugehen, ſo trat dennoch keine Gährung ein, wenn der Saft in verſchloſſenen Gefäßen bis zum Siedepunkte des Waſſers erhitzt worden war; er ließ ſich in dieſem Zuſtande vor der Luft geſchützt Jahre lang aufbewahren, ohne ſeine Fähigkeit, in Gährung überzugehen, verloren zu haben. Dieſe

Fähigkeit erhielt er wieder bei erneuter Berührung mit der Luft.

Fleiſchſpeiſen jeder Art, die am leichteſten veränderlichen Gemüſe gerathen nicht in Fäulniß, wenn ſie in luftdicht verſchloſſenen Gefäßen der Siedhitze des Waſſers ausgeſetzt werden; man hat Speiſen dieſer Art nach 15 Jahren in demſelben Zuſtande der Friſche und des Wohlgeſchmacks bei dem Eröffnen wiedergefunden, den ſie bei dem Einfüllen beſaßen.

Man kann ſich über die Wirkungsweiſe des Sauerſtoffs in dieſen Zerſetzungsproceſſen nicht täuſchen, ſie beruht in der Veränderung, welche in dem Traubenſafte und den Pflanzenſäften die aufgelöſ'ten ſtickſtoffhaltigen Materien erfahren, in dem Zuſtande der Entmiſchung, in welchen ſie in Folge der Berührung mit dem Sauerſtoff übergehen.

Der Sauerſtoff wirkt hierbei ähnlich, wie Reibung, Stoß oder Bewegung, welche gegenſeitige Zerſetzung zweier Salze, welche das Kryſtalliſiren einer geſättigten Salzauflöſung, das Explodiren von Knallſilber bewirken, er veranlaßt die Aufhebung des Zuſtandes der Ruhe und vermittelt den Uebergang in den Zuſtand der Bewegung.

Iſt dieſer Zuſtand einmal eingetreten, ſo bedarf es ſeiner Gegenwart nicht mehr. Das kleinſte Theilchen des ſich zerſetzenden, des ſich umſetzenden ſtickſtoffhaltigen Körpers wirkt an ſeiner Stelle, die Bewegung fortpflanzend, auf das neben ihm liegende. Die Luft kann abgeſchloſſen werden, und die Gährung oder Fäulniß geht ununterbrochen bis zu ihrer Vollendung fort. Bei manchen Früchten hat man bemerkt, daß es nur des Contacts der Kohlenſäure bedarf, um die Gährung des Saftes hervorzubringen.

Unter den Bedingungen zur Einleitung der Verweſung können als chemiſche die Berührung mit Ammoniak und mit

Wein- und Biergährung.

Es iſt erwähnt worden, daß der Traubenſaft beim Zutritt der Luft in Gährung geräth, und daß die Zerſetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlenſäure bis zu ſeinem Verſchwinden fortſchreitet, ohne daß die Luft weitern Antheil an dieſer Metamorphoſe nimmt.

Neben dem Alkohol und der Kohlenſäure beobachtet man als ein anderes Product der Gährung des Saftes eine gelbliche oder graue unauflösliche Subſtanz, welche reich iſt an Stickſtoff; es iſt dieß der Körper, welcher die Fähigkeit beſitzt, in friſchem Zuckerwaſſer wieder Gährung hervorzubringen, das ſogenannte Ferment.

Wir wiſſen, daß der Alkohol und die Kohlenſäure den Elementen des Zuckers und das Ferment den ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheilen des Saftes ſeinen Urſprung verdankt. Dieſe ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile haben den Namen Kleber oder vegetabiliſches Eiweiß erhalten.

Nach den Verſuchen von Sauſſure entwickelt friſcher unreiner Kleber nach 5 Wochen ſein 28faches Volumen Gas, welches zu ¾ aus Kohlenſäure und zu ¼ aus reinem kohlenfreien Waſſerſtoffgaſe beſteht; es bilden ſich dabei Ammoniakſalze mehrerer organiſchen Säuren. Bei der Fäulniß des Klebers wird alſo Waſſer zerſetzt, deſſen Sauerſtoff in Verbindung tritt, während ſein Waſſerſtoff in Freiheit geſetzt wird; das letztere geſchieht nur in Zerſetzungsproceſſen der energiſchſten Art; Ferment oder eine ihm ähnliche Materie wird hierbei nicht

gebildet, eben so wenig beobachtet man bei der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften ein Auftreten von Wasserstoffgas.

Man beobachtet leicht, daß die Veränderung des Klebers für sich und seine Zersetzung in den Pflanzensäften, in welchen er gelöst ist, zwei verschiedenen Metamorphosen angehört. Man hat Gründe, zu glauben, daß sein Uebergang in den unlöslichen Zustand von einer Sauerstoffaufnahme herrührt; denn seine Abscheidung kann unter gewissen Bedingungen, durch ungehinderten Luftzutritt, ohne Gegenwart von gährendem Zucker, bewirkt werden, und man weiß, daß die Berührung des Trauben- oder Pflanzensaftes mit der Luft, ehe die Gährung eintritt, eine Trübung, die Bildung nämlich eines unlöslichen Niederschlags, von der Beschaffenheit des Ferments, zur Folge hat.

Aus den Erscheinungen, die wir bei der Gährung der Bierwürze beobachten, ergiebt sich mit zweifelloser Gewißheit, daß das Ferment aus dem Kleber während und in der Metamorphose des Zuckers gebildet wird; denn die Bierwürze enthält den stickstoffhaltigen Körper des Getreides, den man Kleber nennt, in dem nämlichen Zustande, wie er im Traubensaft vorhanden ist; durch zugesetztes Ferment wird die Bierwürze in Gährung versetzt, allein nach vollendeter Zersetzung hat sich seine Quantität um das Dreißigfache vermehrt.

Bier- und Weinhefe zeigen mit geringen Verschiedenheiten, unter dem Mikroskope betrachtet, einerlei Form und Beschaffenheit, sie zeigen einerlei Verhalten gegen Alkalien und Säuren, sie besitzen einerlei Fähigkeit, Gährung in Zuckerwasser aufs Neue einzuleiten, man muß sie als identisch betrachten.

Die Zersetzung des Wassers, bei der Fäulniß des Klebers, ist eine völlig bewiesene Thatsache, und in welcher Form er sich auch zersetzen mag, ob im gelöstem oder ungelöstem Zu-

Alkalien im Allgemeinen bezeichnet werden, da ſie bei vielen Materien eine Abſorbtion des Sauerſtoffs bewirken, wodurch eine Zerſetzung herbeigeführt wird, die ſie für ſich, in Berührung mit dem Alkali oder dem Sauerſtoff allein, nicht erfahren.

So verbindet ſich der Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit dem Sauerſtoff der Luft, eine Auflöſung von Kalihydrat in Alkohol färbt ſich hingegen unter raſcher Sauerſtoffaufnahme gelb und braun, man findet nach einiger Zeit Eſſigſäure, Ameiſenſäure und die Zerſetzungsprodukte des Aldehyds durch Alkalien, zu denen der harzartige Körper gehört, welcher die Flüſſigkeit braun färbt.

Die allgemeinſte Bedingung zur Einleitung der Verweſung in organiſchen Stoffen iſt Berührung mit einem in Verweſung oder Fäulniß begriffenen Körper; der Ausdruck einer wahren Anſteckung iſt hier um ſo bezeichnender, da in der That eine Uebertragung des Zuſtandes der Verbrennung das Reſultat der Berührung iſt.

Es iſt das verweſende Holz, was das friſche in den nämlichen Zuſtand verſetzt, es iſt die höchſt feinzertheilte verweſende Holzfaſer, welche in den befeuchteten Galläpfeln die darin enthaltene Gerbſäure ſo raſch in Gallusſäure überführt.

Das merkwürdigſte und entſcheidendſte Beiſpiel von der Uebertragung des Zuſtandes der Verbrennung iſt von Sauſſure beobachtet worden. Es iſt erwähnt worden, daß angefeuchtete, in Verweſung und Gährung übergegangene Holzfaſer, Baumwolle, Seide, Gartenerde das umgebende Sauerſtoffgas in kohlenſaures Gas ohne Aenderung des Volums verwandeln. Sauſſure ſetzte dem Sauerſtoffgas eine gewiſſe Menge Waſſerſtoffgas zu, und es zeigte ſich von dem Augenblick an eine Raumverminderung, von dem Waſſerſtoffgas war eine gewiſſe

Quantität verſchwunden und mit dieſem eine Portion Sauerſtoffgas, und zwar ohne Bildung einer dieſem Sauerſtoffgas entſprechenden Menge Kohlenſäure. Waſſerſtoff und Sauerſtoff waren beide in dem Verhältniß verſchwunden, in welchem ſie ſich zu Waſſer verbinden, es erfolgte alſo eine wahre Verbrennung des Waſſerſtoffs durch die bloße Berührung mit verweſenden Materien. Ihre Wirkung war in ihrem Reſultate ganz ähnlich der des feinzertheilten Platins, aber die Verſchiedenheit in der Urſache, durch die ſie bedingt wurde, zeigte ſich ſchon darin, daß ein gewiſſes Volumen Kohlenoxid, welches die Wirkung des Platins auf das Knallgas völlig vernichtet, in keiner Beziehung die Verbrennung des Waſſerſtoffs in Berührung mit den verweſenden Materien verhinderte.

Alle die Fäulniß aufhebenden Subſtanzen vernichteten in Sauſſure's Verſuchen die Eigenſchaft der gährenden Materien. Die nämlichen Subſtanzen beſaßen ſie für ſich ebenfalls nicht, bevor ſie in Gährung und Verweſung übergegangen waren.

Man denke ſich an die Stelle des Waſſerſtoffgaſes in Sauſſure's Verſuchen in Berührung mit den verweſenden organiſchen Stoffen den Dampf einer waſſerſtoffreichen flüchtigen Subſtanz, ſo weiß man, daß der Waſſerſtoff derſelben in dem Zuſtande der Verdichtung, in welchem er in der Verbindung ſelbſt der Wirkung des Sauerſtoffs ſich darbietet, eine noch bei weitem raſchere Oxidation erfährt; dieſer Waſſerſtoff wird eine noch raſchere Verbrennung erfahren. Wir finden in der That in der Schnelleſſigfabrikation alle Bedingungen zur Verweſung des Alkohols und zu ſeiner Verwandlung in Eſſigſäure.

Der Alkohol wird der Einwirkung des Sauerſtoffs bei einer erhöhten Temperatur und einer außerordentlich vergrößerten Oberfläche dargeboten, aber dieſe Bedingungen ſind nicht hinreichend, um ſeine Oxidation zu bewirken. Der Alkohol muß

eine durch den Sauerſtoff der Luft leicht veränderliche Materie enthalten, welche entweder durch den bloßen Contact mit dem Sauerſtoff in Verweſung übergeht, oder die durch ihre Fäulniß und Gährung Produkte liefert, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen.

Eine kleine Quantität Bier, in Säurung begriffener Wein, ein Malzabſud, Honig, zahlloſe Materien dieſer Art können ſich in ihrer Wirkung hier erſetzen.

Die Verſchiedenheit der Subſtanzen bei derſelben Wirkungsweiſe beweiſt hier, daß keine von ihnen einen Stoff enthalten kann, welcher als Erreger der Verweſung wirkt, ſie ſind nur Träger einer Thätigkeit, die ſich über die Sphäre ihrer eignen Anziehungen hinaus erſtreckt, es iſt der Zuſtand ihrer eignen Zerſetzung und Verweſung, welcher den gleichen Zuſtand, die nämliche Thätigkeit, den Atomen des Alkohols ertheilt, gerade ſo, wie in einer Legirung von Platin mit Silber, das erſtere die Fähigkeit, ſich mit Sauerſtoff zu vereinigen, durch das Silber erhält und zwar durch den Act ſeiner eigenen Oxidation; der Waſſerſtoff des Alkohols oxidirt ſich unter bemerkbarer Wärmeentwickelung, auf Koſten des berührenden Sauerſtoffs, zu Waſſer, es entſteht Aldehyd, welcher mit derſelben Begierde, wie ſchweflige Säure, ſich direct mit Sauerſtoff zu Eſſigſäure verbindet.

Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien. Salpeterbildung.

Wenn man in Beziehung auf die Verweſung ſtickſtoffhaltiger Materien die Erfahrungen zu Hülfe nimmt, welche man bei Verbrennungen ſtickſtoffhaltiger Materien gemacht hat, ſo weiß man, daß in höheren Temperaturen der Stickſtoff nie direct eine Verbindung mit dem Sauerſtoff eingeht. Die ſtickſtoffhaltigen organiſchen Subſtanzen enthalten ohne Ausnahme Kohlen- und Waſſerſtoff, die beide zum Sauerſtoff eine überwiegende Anziehung haben

Bei ſeiner ſchwachen Verwandtſchaft zum Sauerſtoff befindet ſich der Stickſtoff, neben dieſen, in derſelben Lage, wie ein Uebermaß von Kohle bei Verbrennung ſehr waſſerſtoffreicher Subſtanzen, ſowie bei dieſen ſich hierbei Kohlenſtoff in Subſtanz ausſcheidet; ſo iſt die Verbrennung ſtickſtoffhaltiger Materien ſtets von einer Abſcheidung von reinem Stickſtoff begleitet.

Ueberläßt man eine feuchte ſtickſtoffhaltige thieriſche Materie der Einwirkung der Luft, ſo bemerkt man unter allen Umſtänden ein Freiwerden von Ammoniak, nie wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Bei Gegenwart von Alkalien und alkaliſchen Baſen geht unter denſelben Umſtänden eine Verbrennung des Stickſtoffs vor ſich, unter andern Oxidationsprodukten bilden ſich ſalpeterſaure Salze.

Obwohl wir in den großen Zerſetzungsproceſſen, welche in der Natur vor ſich gehen, ſtets die einfachſten Mittel und die directeſten Wege in Anwendung und Thätigkeit ſehen, ſo finden wir demungeachtet, daß das letzte Reſultat ſtets an eine Aufeinanderfolge von Actionen geknüpft iſt, und daß dieſe Succeſſion von Erſcheinungen weſentlich von der chemiſchen Natur der Körper abhängt.

Wenn wir beobachten, daß in einer Reihe von Erſcheinungen ſich der Character einer Subſtanz ſtets gleich bleibt, ſo haben wir keinen Grund, einen neuen Character zu erfinden, um eine einzelne Erſcheinung zu erklären, deren Erklärung nach den bekannten Erfahrungen keine Schwierigkeiten darbietet.

Die ausgezeichnetſten Naturforſcher nehmen an, daß der Stickſtoff einer thieriſchen Materie, bei Gegenwart von Waſſer, einer alkaliſchen Baſe und hinreichendem Zutritt von Sauerſtoff ſich direct und unmittelbar mit dem Sauerſtoff zu Salpeterſäure zu verbinden vermag, allein, wie ſchon oben erwähnt, wir haben keine einzige Erfahrung, wodurch ſich dieſe Meinung rechtfertigen ließe. Nur durch Vermittelung eines großen Uebermaßes von verbrennendem Waſſerſtoff geht das Stickgas in ein Oxid des Stickſtoffs über.

Verbrennen wir eine Kohlenſtickſtoff-, eine Cyanverbindung in reinem Sauerſtoffgas, ſo oxidirt ſich der Kohlenſtoff allein, leiten wir Cyangas über glühende Metalloxide, ſo wird nur in ſeltenen Fällen ein Oxid des Stickſtoffs gebildet, und niemals in dem Fall, wenn Kohlenſtoff im Uebermaß zugegen iſt. Nur wenn es mit einem Ueberſchuß von Sauerſtoffgas gemengt über glühenden Platinſchwamm geleitet wird, erzeugte ſich in Kuhlmanns Verſuchen Salpeterſäure.

Die Fähigkeit, ſich mit Sauerſtoff direct zu verbinden, beobachten wir aber an dem reinen Stickgas nicht; ſelbſt unter den

günſtigſten Bedingungen bei Anwendung von Platinſchwamm in graduell verſchiedenen Temperaturen war Kuhlmann nicht im Stande, ſeine Oxidation zu bewerkſtelligen.

Der Kohlenſtoff in dem Cyangas war demnach der Vermittler der Verbrennung des Stickſtoffs.

Wir beobachten auf der andern Seite, daß die Verbindung des Stickſtoffs mit Waſſerſtoff, das Ammoniak, einer Einwirkung des Sauerſtoffs nicht ausgeſetzt werden kann, ohne ein Oxid des Stickſtoffs und in Folge deſſen Salpeterſäure zu bilden.

Gerade die Leichtigkeit, mit welcher der Stickſtoff in der Form von Ammoniak ſich in Salpeterſäure verwandelt, iſt die Urſache von der einzigen und großen Schwierigkeit, der wir in der Analyſe bei der Beſtimmung des Stickſtoffs in Stickſtoffverbindungen begegnen, in denen dieſer Körper entweder in der Form von Ammoniak zugegen iſt, oder aus denen er ſich bei Erhöhung der Temperatur als Ammoniak entwickelt. Wir bekommen ihn ganz oder zum Theil in der Form von Stickoxid wieder, wenn dieſes Ammoniak von dem glühenden Kupferoxide verbrannt wird.

Leiten wir Ammoniakgas über glühendes Manganhyperoxid oder Eiſenoxid, ſo erhalten wir bei Ueberſchuß von Ammoniak eine reichliche Menge von ſalpeterſaurem Ammoniak; daſſelbe geſchieht, wenn Ammoniak und Sauerſtoffgas über glühenden Platinſchwamm geleitet werden.

Nur in ſeltenen Fällen vereinigt ſich alſo bei Verbrennungen der Stickſtoff in Kohlenſtickſtoffverbindungen mit dem Sauerſtoff; dieß geſchieht in allen, wo Ammoniak verbrennt; ſtets wird hierbei Salpeterſäure gebildet.

Die Urſache, warum der Stickſtoff in der Form von Ammoniak eine ſo hervorſtechende Neigung zeigt, in Salpeterſäure

überzugehen, liegt unſtreitig darin, daß in der Oxidation der Beſtandtheile des Ammoniaks zwei Producte gebildet werden, die ſich mit einander zu verbinden vermögen. Dieß iſt nicht der Fall bei der Verbrennung von Kohlenſtickſtoffverbindungen; bei dieſen wird Kohlenſäure gebildet, und abgeſehen von der größeren Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff, muß die Bildung der gasförmigen Kohlenſäure der Oxidation des Stickſtoffs ſchon dadurch entgegenwirken, daß ſie ſeine Berührung mit dem Sauerſtoff hindert.

Bei der Verbrennung von Ammoniak, bei hinreichendem Sauerſtoffzutritt entſteht neben der Salpeterſäure Waſſer, mit dem ſie ſich verbindet; ein Körper, von dem man ſagen kann, daß er die Salpeterſäurebildung bedingt, inſofern die Salpeterſäure ohne Waſſer nicht zu beſtehen vermag.

Beachtet man nun, daß die Verweſung eine Fäulniß iſt, nur inſofern von der gewöhnlichen Fäulniß verſchieden, als der Sauerſtoff der Luft Antheil an den vorgehenden Metamorphoſen nimmt; erwägt man, daß bei der Umſetzung der Elemente ſtickſtoffhaltiger Körper der Stickſtoff ſtets die Form von Ammoniak annimmt, daß unter allen Stickſtoffverbindungen, die man kennt, das Ammoniak den Stickſtoff in einer Form enthält, in welcher ſeine Neigung ſich zu oxidiren entſchieden größer iſt, als in allen anderen Stickſtoffverbindungen, ſo läßt ſich wohl ſchwerlich dem Schluſſe etwas entgegenſetzen, daß das Ammoniak die Quelle iſt von der Salpeterſäurebildung auf der Oberfläche der Erde.

Die ſtickſtoffhaltigen thieriſchen Materien ſind hiernach nicht die Bedinger, ſondern nur die Vermittler der Salpeterſäureerzeugung, ſie wirken, indem ſie langſam andauernde Quellen von Ammoniak darſtellen.

Durch das in der Atmoſphäre vorhandene Ammoniak können

ſich ſalpeterſaure Salze in Materien bilden, die keine ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen enthalten; wir wiſſen, daß die meiſten poröſen Subſtanzen die Fähigkeit haben, Ammoniak in Menge zu verdichten, daß es wenige Eiſenerze giebt, die beim Glühen nicht ammoniakaliſche Producte entwickeln, daß die Urſache des Geruches, den man beim Anhauchen der thonigen Mineralien bemerkt, in ihrem Ammoniakgehalt beruht; wir haben, wie man ſieht, in dem Ammoniak eine höchſt verbreitete Urſache der Salpeterbildung in der Atmoſphäre, die überall ſich thätig zeigt, wo die Bedingungen zur Oxidation des Ammoniaks ſich vereinigen. Es iſt wahrſcheinlich, daß in Verweſung begriffene andere organiſche Subſtanzen die Verbrennung des Ammoniaks vermitteln, wenigſtens ſind die Fälle ſelten, wo ſich Salpeterſäure am Ammoniak erzeugt unter Umſtänden, wo alle der Verweſung fähigen Materien fehlen.

Aus den vorhergegangenen Betrachtungen über die Urſachen der Gährung, Fäulniß und Verweſung ergeben ſich einige Anwendungen für die Berichtigung der gewöhnlichen Anſichten über Wein- und Biergährung und über mehrere in der Natur vorgehende umfaſſende Zerſetzungsproceſſe.

Wein- und Biergährung.

Es ist erwähnt worden, daß der Traubensaft beim Zutritt der Luft in Gährung geräth, und daß die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bis zu seinem Verschwinden fortschreitet, ohne daß die Luft weitern Antheil an dieser Metamorphose nimmt.

Neben dem Alkohol und der Kohlensäure beobachtet man als ein anderes Product der Gährung des Saftes eine gelbliche oder graue unauflösliche Substanz, welche reich ist an Stickstoff; es ist dieß der Körper, welcher die Fähigkeit besitzt, in frischem Zuckerwasser wieder Gährung hervorzubringen, das sogenannte Ferment.

Wir wissen, daß der Alkohol und die Kohlensäure den Elementen des Zuckers und das Ferment den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Saftes seinen Ursprung verdankt. Diese stickstoffhaltigen Bestandtheile haben den Namen Kleber oder vegetabilisches Eiweiß erhalten.

Nach den Versuchen von Sauſſure entwickelt frischer unreiner Kleber nach 5 Wochen sein 28faches Volumen Gas, welches zu $^3/_4$ aus Kohlensäure und zu $^1/_4$ aus reinem kohlenfreien Wasserstoffgase besteht; es bilden sich dabei Ammoniaksalze mehrerer organischen Säuren. Bei der Fäulniß des Klebers wird also Wasser zersetzt, dessen Sauerstoff in Verbindung tritt, während sein Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; das letztere geschieht nur in Zersetzungsprocessen der energischsten Art; Ferment oder eine ihm ähnliche Materie wird hierbei nicht

gebildet, eben so wenig beobachtet man bei der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften ein Auftreten von Wasserstoffgas.

Man beobachtet leicht, daß die Veränderung des Klebers für sich und seine Zersetzung in den Pflanzensäften, in welchen er gelöst ist, zwei verschiedenen Metamorphosen angehört. Man hat Gründe, zu glauben, daß sein Uebergang in den unlöslichen Zustand von einer Sauerstoffaufnahme herrührt; denn seine Abscheidung kann unter gewissen Bedingungen, durch ungehinderten Luftzutritt, ohne Gegenwart von gährendem Zucker, bewirkt werden, und man weiß, daß die Berührung des Trauben- oder Pflanzensaftes mit der Luft, ehe die Gährung eintritt, eine Trübung, die Bildung nämlich eines unlöslichen Niederschlags, von der Beschaffenheit des Ferments, zur Folge hat.

Aus den Erscheinungen, die wir bei der Gährung der Bierwürze beobachten, ergiebt sich mit zweifelloser Gewißheit, daß das Ferment aus dem Kleber während und in der Metamorphose des Zuckers gebildet wird; denn die Bierwürze enthält den stickstoffhaltigen Körper des Getreides, den man Kleber nennt, in dem nämlichen Zustande, wie er im Traubensaft vorhanden ist; durch zugesetztes Ferment wird die Bierwürze in Gährung versetzt, allein nach vollendeter Zersetzung hat sich seine Quantität um das Dreißigfache vermehrt.

Bier- und Weinhefe zeigen mit geringen Verschiedenheiten, unter dem Mikroskope betrachtet, einerlei Form und Beschaffenheit, sie zeigen einerlei Verhalten gegen Alkalien und Säuren, sie besitzen einerlei Fähigkeit, Gährung in Zuckerwasser aufs Neue einzuleiten, man muß sie als identisch betrachten.

Die Zersetzung des Wassers, bei der Fäulniß des Klebers, ist eine völlig bewiesene Thatsache, und in welcher Form er sich auch zersetzen mag, ob im gelöstem oder ungelöstem Zu-

ſtande, das Streben ſeiner kohlenſtoffhaltigen Beſtandtheile, ſich des Sauerſtoffs des Waſſers zu bemächtigen, dieſes Streben iſt ſtets vorhanden, und wenn, wie alle Erfahrungen zu beweiſen ſcheinen, ſein Uebergang in den unlöslichen Zuſtand in Folge einer Oxidation geſchieht, ſo muß der Sauerſtoff, der hierzu verwendet wird, von den Elementen des Waſſers oder von dem Zucker genommen werden, welcher Sauerſtoff und Waſſerſtoff in dem nämlichen Verhältniß wie im Waſſer enthält. Dieſer Sauerſtoff wird in der Wein- und Biergährung keinesfalls von der Atmoſphäre genommen.

Die Gährung des reinen Zuckers in Berührung mit Wein- oder Bierhefe iſt, wie man ſieht, ſehr verſchieden von der Gährung des Traubenſaftes oder der Bierwürze.

In der erſteren verſchwindet die Hefe mit der Zerſetzung des Zuckers, in der andern geht neben der Metamorphoſe des Zuckers eine Metamorphoſe des Klebers vor ſich, in Folge welcher, als erſtes Product, Ferment erzeugt wird. In dem einen Falle wird die Hefe alſo zerſtört, in dem andern wird ſie gebildet.

Da nun unter den Producten der Bier- und Weingährung freies Waſſerſtoffgas nicht nachweisbar iſt, ſo iſt klar, daß die Oxidation des Klebers, ſein Uebergang in Ferment, nur auf Koſten des Sauerſtoffs des Waſſers, oder auf Koſten des Sauerſtoffs des Zuckers geſchehen kann. Der freiwerdende Waſſerſtoff des Waſſers muß neue Verbindungen eingegangen ſein, oder durch Desoxidation des Zuckers müſſen waſſerſtoffreiche, oder ſauerſtoffarme, Verbindungen entſtanden ſein, die den Kohlenſtoff des Zuckers enthalten.

In der That iſt es eine wohlbekannte Erfahrung, daß der Wein, daß gegohrene Flüſſigkeiten überhaupt neben dem Alkohol noch andere Producte enthalten, Materien, welche vor

der Gährung des Traubensaftes oder der Zucker haltenden Flüssigkeiten darin nicht nachweisbar waren und sich auf eine ähnliche Art, wie der Mannit, während der Gährung gebildet haben müssen. Der Geruch, der Geschmack, welcher den Wein von allen gegohrenen Flüssigkeiten unterscheidet, wir wissen, daß er einem Aether einer flüchtigen, höchst brennbaren Säure von ölartiger Beschaffenheit, dem Oenanthsäureäther, angehört, wir wissen, daß der Getreide- und Kartoffelbranntwein, ihren Geruch und Geschmack eigenthümlichen öligen Materien verdanken, die unter dem Namen Fuselöle bekannt sind, ja daß die letzteren dem Alkohol, in ihren chemischen Eigenschaften, näher stehen, als wie allen andern organischen Substanzen.

Diese Körper sind Producte von Desoxidationsprocessen der in den gährenden Flüssigkeiten gelösten Materien, sie enthalten weniger Sauerstoff, als der Zucker oder Kleber, sie zeichnen sich durch einen großen Gehalt an Wasserstoff aus.

In der Oenanthsäure haben wir, bei einer großen Differenz in dem Sauerstoffgehalte, Kohlenstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß von gleichen Aequivalenten, also genau wie im Zucker; in dem Fuselöl der Kartoffeln finden wir viel mehr Wasserstoff, als diesem Verhältniß entspricht.

So wenig man auch zweifeln kann, daß diese flüchtigen Flüssigkeiten, in Folge eines gegenseitigen Aufeinanderwirkens der Elemente des Zuckers und Klebers, in Folge also einer wahren Fäulniß entstanden sind, so haben auf ihre Bildung und Eigenthümlichkeit nichts desto weniger noch andere Ursachen Einfluß gehabt.

Die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Weins, erzeugen sich in der Gährung solcher Traubensafte, welche einen gewissen Gehalt besitzen an Weinsäure; sie fehlen in allen Wei-

nen, welche frei ſind von Säure, oder welche eine andere organiſchen Säure, z. B. Eſſigſäure, enthalten.

Die ſüdlichen Weine beſitzen keinen Weingeruch, in den franzöſiſchen Weinen tritt er entſchieden hervor, in den Rheinweinen iſt er am ſtärkſten. Die Traubenſorten am Rhein, welche am ſpäteſten und nur in ſeltenen Fällen vollkommen reif werden, der Rießling und Orleans beſitzen den ſtärkſten Weingeruch, das hervorſtechendſte Bouquet, ſie ſind verhältnißmäßig reich an Weinſäure. Die früh reifenden Traubenſorten, der Ruländer und andere, ſind reicher an Alkohol, in ihrem Geſchmacke ähnlich den ſpaniſchen Weinen, allein ſie haben kein Bouquet.

Die am Cap reifenden, von dem Rhein aus verpflanzten Rießlinge geben einen vortrefflichen Wein, allein er beſitzt das Aroma nicht, was den Rheinwein auszeichnet.

Man ſieht leicht, daß Säure und Weingeruch zu einander in einer beſtimmten Beziehung ſtehen, beide ſind ſtets neben einander vorhanden, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gegenwart der erſteren von beſtimmtem Einfluß war bei der Bildung des Bouquets.

Am deutlichſten zeigt ſich dieſer Einfluß bei der Gährung von Flüſſigkeiten, in welchen alle Weinſäure fehlt, namentlich in ſolchen, welche ſehr nahe neutral oder alkaliſch ſind, wie namentlich bei der Gährung der Kartoffeln- oder Getreidemeiſche.

Der Kartoffel- und Getreidebranntwein enthalten eine den ätheriſchen Oelen ähnliche Verbindung, die dieſen Flüſſigkeiten ihren eigenthümlichen Geſchmack ertheilt. Dieſe Materie erzeugt ſich in der Gährung der Meiſche, ſie iſt in der gegohrenen Flüſſigkeit fertig gebildet vorhanden, denn durch die bloße Erhöhung der Temperatur deſtillirt ſie mit den Alkoholdämpfen über.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß mit der Neutralität der Meiſche, bei Zuſatz von Aſche, kohlenſaurem Kalk, die Quantität des gebildeten Alkohols bis zu einem gewiſſen Grade zunimmt, aber mit einer größeren Ausbeute an Branntwein, wächſt ſein Gehalt an Fuſelöl.

Man weiß überdieß, daß der Branntwein aus Kartoffelſtärke, nach vorangegangener Verwandlung in Zucker durch verdünnte Schwefelſäure, völlig frei von Fuſelöl iſt, daß mithin dieſe Subſtanz in Folge einer Veränderung erzeugt wird, welche der Faſerſtoff der Kartoffeln während der Gährung erfährt.

Unleugbare Erfahrungen beweiſen, daß die gleichzeitige Fäulniß oder Gährung dieſes Faſerſtoffs, in Folge welcher Fuſelöl erzeugt wird, bei dem Getreidebranntwein vermieden werden kann*).

Das nämliche Malz, welches in der Branntweinbereitung ein Fuſelöl haltiges Deſtillat giebt, liefert in der Bierbereitung eine ſpirituöſe Flüſſigkeit, welche keine Spur Fuſelöl enthält, der Hauptunterſchied bei der Gährung beider liegt darin, daß in der Gährung der Bierwürze eine aromatiſche Subſtanz zugeſetzt wird, der Hopfen, und es iſt gewiß, daß ſein Vorhandenſein eine Aenderung in den vorgehenden Metamorphoſen bedingt hat. Wir wiſſen, daß das ätheriſche Oel des Senfs, ſowie brenzliche Oele, die Gährung des Zuckers, den Einfluß der ſich zerlegenden Hefe gänzlich vernichten. Das ätheriſche Oel des Hopfens beſitzt dieſe Eigenſchaft nicht, aber es vermindert in hohem Grade den Einfluß von ſich zerſetzenden ſtickſtoffhaltigen Materien auf die Verwandlung des Wein-

*) In der Fabrik des Herrn Dubrunfaut wurde unter gewiſſen Umſtänden eine ſo beträchtliche Menge Fuſelöl aus Kartoffelnbranntwein erhalten, daß es zum Beleuchten des ganzen Fabriklocals benutzt werden konnte.

geistes in Essig, und man hat mithin Grund zu glauben, daß es aromatische Substanzen giebt, durch deren Zusatz zu Gährmischungen die mannigfaltigsten Aenderungen in der Natur der sich erzeugenden Producte hervorgebracht werden können.

Welche Meinung man auch über die Entstehung der flüchtigen riechenden Materien in der Weingährung haben mag, so viel ist gewiß, der Weingeruch rührt von dem Aether einer organischen, den fetten Säuren ähnlichen, Säure her, die sich während der Gährung bildet.

Nur in Flüssigkeiten, welche andere leicht lösliche Säuren enthalten, sind die fetten Säuren, ist die Oenanthsäure fähig, eine Verbindung mit dem Aether des Alkohols einzugehen, d. h. Geruch zu erzeugen. Wir finden diesen Aether in allen Weinen, welche freie Säure enthalten, er fehlt in den Weinen, welche frei sind von Säuren; diese Säure war mithin den Geruch vermittelnd, ohne ihr Vorhandensein würde sich kein Oenanthäther gebildet haben.

Das Fuselöl des Getreidebranntweins besteht zum größten Theil aus einer nicht ätherificirten fetten Säure; es löst Kupferoxid, überhaupt Metalloxide auf und kann durch Alkalien gebunden werden.

Der Hauptbestandtheil dieses Fuselöls ist eine der Oenanthsäure in ihrer Zusammensetzung identischen, in ihren Eigenschaften aber verschiedenen Säure. (Mulder.) Es wird in gährenden Flüssigkeiten gebildet, welche, wenn sie sauer reagiren, nur Essigsäure enthalten, eine Säure, welche auf die Aetherbildung anderer Säuren ohne Einfluß ist.

Das Fuselöl des Kartoffelbranntweins ist das Hydrat einer organischen Base, ähnlich dem Aether, fähig also, mit Säuren Verbindungen einzugehen; es wird in gährenden Flüssigkeiten in vorzüglicher Menge gebildet, welche neutral oder

ſchwach alkaliſch ſind, unter Umſtänden alſo, wo es an und für ſich unfähig iſt, eine Verbindung mit einer Säure einzugehen.

Unter den Producten der Gährung und Fäulniß neutraler Pflanzenſäfte, Pflanzen- und Thierſtoffe bemerkt man ſtets die Gegenwart flüchtiger, meiſt übelriechender Materien, aber das evidentſte und merkwürdigſte Beiſpiel von der Erzeugung eines wahren ätheriſchen Oels, liefert die Gährung des vollkommen geruchloſen Krautes der Herba centauri minoris. Mit Waſſer einer etwas erhöhten Temperatur ausgeſetzt, geht es in Gährung über, die ſich durch einen durchdringenden angenehmen Geruch zu erkennen giebt.

Durch Deſtillation erhält man aus dieſer Flüſſigkeit eine ätheriſch ölige Subſtanz von großer Flüchtigkeit, welche ſtechenden Reiz und Thränen der Augen hervorbringt. (Büchner.)

Die Blätter der Tabackspflanzen verhalten ſich ganz auf dieſelbe Weiſe; das friſche Kraut hat keinen oder einen ſehr wenig hervorſtechenden Geruch; mit Waſſer der Deſtillation unterworfen, erhält man eine ſchwach ammoniakaliſche Flüſſigkeit, auf welcher eine weiße, fettartige, kriſtalliſirbare, ſtickſtoffreie, geruchloſe Materie ſchwimmt. Das nämliche Kraut im getrockneten Zuſtand mit Waſſer befeuchtet und in kleinen Bündeln auf Haufen geſetzt, erleidet einen eigenthümlichen Zerſetzungsproceß; es tritt eine Gährung unter Abſorbtion von Sauerſtoff ein, die Blätter erhitzen ſich und verbreiten von jetzt an den eigenthümlichen Geruch des Rauch- und Schnupftabacks; er kann durch ſorgfältige Leitung der Gährung, Vermeidung zu ſtarker Erhitzung verfeinert und erhöht werden, und nach dieſer Gährung findet ſich in dieſen Blättern eine ölartige, ſtickſtoffreiche, flüchtige Materie, das Nicotin, von baſiſchen Eigenſchaften, welche vorher nicht vorhanden war. Die ver-

schiedenen Tabacksorten unterscheiden sich von einander, wie die Weine, durch die abweichendsten Riechstoffe, die neben diesem Nicotin mit erzeugt werden.

Wir wissen, daß in den meisten Blüthen und Pflanzenstoffen, wenn sie riechen, dieser Geruch einem darin vorhandenen ätherischen Oel angehört, allein es ist eine nicht minder positive Erfahrung, daß andere nur insofern riechen, als sie sich verändern, oder als sie sich in Zersetzung befinden.

Das Arsen, die arsenige Säure sind beide geruchlos, nur in dem Act seiner Oxidation verbreitet es den penetrantesten Knoblauchgeruch; so riechen Hollunderbeerenöl, viele Terpentinölsorten, Citronenöl nur in dem Act ihrer Oxidation, ihrer Verwesung, dasselbe ist der Fall bei vielen Blüthen, und beim Moschus hat Geiger bewiesen, daß er seinen Geruch einer fortschreitenden Fäulniß und Verwesung verdankt.

Daher mag es denn auch kommen, daß in der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften das eigenthümliche Princip vieler Pflanzenstoffe, dem ihr Geruch angehört, erst gebildet und entwickelt wird, wenigstens reichen kleine Quantitäten von Veilchen-, Hollunder-, Linden- und Schlüsselblumenblüthen, wenn sie während der Gährung zugesetzt werden, hin, der gegohrenen Flüssigkeit den stärksten Geruch und Geschmack nach diesen Materien mitzutheilen, ein Resultat, was man durch Zusatz eines Destillats von hundertmal größeren Mengen nicht erzielt. In Baiern ganz besonders, wo der verschiedene Geschmack der Biere sie in zahllose Sorten trennt, läßt man bei manchen Bieren geringe Mengen Kräuter und Blüthen verschiedenen Pflanzen mit der Bierwürze gähren, und auch am Rhein wird betrügerischer Weise in vielen Weinen ein künstliches Bouquet durch Zusatz von manchen Salbey- und Rautenarten erzeugt, insofern verschieden von dem echten Aroma, als es bei weitem

veränderlicher ist, und sich nach und nach bei der Aufbewahrung des Weines wieder verliert.

Die Verschiedenheit der Traubensäfte in verschiedenen Klimaten beruht nun nicht allein auf dem Gehalt an freier Säure, sondern in der ungleichen Menge von Zucker, den sie gelöst enthalten; man kann annehmen, daß ihr Gehalt an stickstoffhaltiger Materie überall gleich ist, man hat wenigstens im südlichen Frankreich und am Rhein, in Beziehung auf die sich in der Gährung abscheidende Hefe, keinen Unterschied beobachtet.

Die in heißen Ländern gereiften Trauben, so wie die gekochten Traubensäfte sind verhältnißmäßig reich an Zucker; bei der Gährung dieses Saftes ist die völlige Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, ihre völlige Abscheidung im unlöslichen Zustande, früher beendigt, ehe aller Zucker seine eigene Metamorphose in Alkohol und Kohlensäure erlitten hat, es bleibt eine gewisse Menge Zucker dem Weine unzersetzt beigemischt, eben weil die Ursache einer weiteren Zersetzung fehlt.

In den Traubensäften der gemäßigten Zone ist mit der Metamorphose des Zuckers die völlige Abscheidung der stickstoffhaltigen Materien im ungelösten Zustande nicht bewirkt worden. Diese Weine enthalten keinen Zucker mehr, sie enthalten aber wechselnde Mengen von unzersetztem Kleber in Auflösung.

Dieser Klebergehalt ertheilt diesen Weinen die Fähigkeit, von selbst, bei ungehindertem Zutritt der Luft, in Essig überzugehen, indem er den Sauerstoff aufnimmt und unauflöslich wird, überträgt sich diese Oxidation auf den Alkohol, er verwandelt sich in Essig.

Durch das Lagern der Weine in Fässern, bei sehr gehindertem Luftzutritt und möglichst niederer Temperatur, wird die Oxidation dieser stickstoffhaltigen Materien bewirkt, ohne daß

der Alkohol, welcher dazu einer höheren Temperatur bedarf, Antheil daran nimmt; so lange der Wein in den Lagerfässern Unterhefe absetzt, kann er durch Zusatz von Zucker wieder in Gährung versetzt werden, aber der alte wohl abgelagerte Wein hat die Fähigkeit, durch Zuckerzusatz zu gähren und von selbst in Essig überzugehen, verloren, eben weil in ihm die Bedingung zur Gährung und Verwesung, nämlich eine in Zersetzung oder Verwesung begriffene Materie, fehlt.

Bei dem Abfüllen der jungen Weine, welche noch reich an Kleber sind, hindern wir seinen Uebergang in Essig, seine Verwesung, durch Zusatz von schwefliger Säure, durch eine Substanz also, die den aufgenommenen Sauerstoff der Luft, in dem Faß und in dem Wein, hindert, an die organische Materie zu treten, insofern sie sich selbst damit verbindet.

Auf eine ähnliche Weise, wie in den Weinen, unterscheiden sich die Biersorten von einander.

Die englischen, französischen und die meisten deutschen Biere gehen beim Zutritt der Luft in Essig über; diese Eigenschaft fehlt den baierschen Lagerbieren, sie lassen sich, ohne sauer zu werden, in vollen und halbgefüllten Fässern ohne Veränderung aufbewahren. Diese schätzbare Eigenschaft haben diese Biere durch ein eigenthümliches Verfahren in der Gährung der Bierwürze, durch die sogenannte Untergährung, erhalten, und eine vollendete Experimentirkunst hat damit eins der schönsten Probleme der Theorie gelöst.

Die Bierwürze ist verhältnißmäßig reicher an aufgelöstem Kleber als an Zucker, bei ihrer Gährung auf die gewöhnliche Weise scheidet sich eine große Menge Hefe als dicker Schaum ab, die sich entwickelnde Kohlensäure hängt sich in Bläschen den Hefetheilchen an, macht sie specifisch leichter und hebt sie auf die Oberfläche der Flüssigkeit empor.

Neben den sich zerlegenden Zuckertheilchen befinden sich Theile des in Oxidation im Innern der Flüssigkeit begriffenen Klebers. Kohlensäure von dem Zucker, unauflösliches Ferment von dem Kleber, scheiden sich gleichzeitig neben einander ab, und der letzte Act von Verbindung zeigt sich in beiden durch Adhäsion.

Nach der Vollendung der Metamorphose des Zuckers bleibt noch eine große Menge Kleber in der gegohrenen Flüssigkeit in Auflösung, und dieser Kleber, durch seine ausgezeichnete Neigung, Sauerstoff anzuziehen und zu verwesen, veranlaßt den Uebergang des Alkohols in Essig; mit seiner gänzlichen Entfernung und mit der Entfernung aller oxidationsfähigen Materien, würde das Bier, seine Fähigkeit, sauer zu werden, verloren haben. Diese Bedingungen werden nun vollkommen erfüllt durch das baiersche Gährverfahren.

Die gehopfte Würze läßt man in sehr weiten offenen Kufen in Gährung übergehen, in welchen die Flüssigkeit der Luft eine große Oberfläche darbietet; man läßt sie an kühlen Orten vor sich gehen, deren Temperatur 6—8° R. nicht übersteigt. Die Gährung dauert 3 bis 6 Wochen; die Kohlensäure entwickelt sich nicht in großen voluminösen, auf der Oberfläche zerplatzender Basen, sondern in feinen Bläschen wie aus einem Säuerling, wie aus einer Flüssigkeit, die damit in höherem Drucke übersättigt war. Die Oberfläche der Flüssigkeit ist kaum mit Schaum bedeckt, und alle Hefe setzt sich auf den Boden der Kufe in Gestalt eines feinen zähen Schlammes als sogenannte Unterhefe ab.

Um sich eine klare Vorstellung von der großen Verschiedenheit der beiden Gährungsprocesse, der Ober- und Untergährung zu verschaffen, genügt es vielleicht, darauf zurückzuweisen, daß die Metamorphose des Klebers, oder der stickstoff-

haltigen Beſtandtheile überhaupt, in mehrere Perioden zerfällt.

In der erſten Periode geht ſeine Verwandlung in unauflösliches Ferment in dem Innern der Flüſſigkeit vor ſich, Kohlenſäure und Hefe ſcheiden ſich nebeneinander ab; wir wiſſen, daß dieſe Abſcheidung mit einer Sauerſtoffaufnahme verknüpft iſt, und ſind nur zweifelhaft darüber, ob dieſer Sauerſtoff von den Elementen des Zuckers, des Waſſers oder von ſeiner eigenen Maſſe genommen wird, ob dieſer Sauerſtoff geradezu ſich damit verbindet, oder ob er an den Waſſerſtoff des Klebers tritt, damit Waſſer bildend. Bezeichnen wir, um einen Begriff feſtzuhalten, dieſe erſtere Veränderung mit Oxidation, ſo ſind alſo die Oxidation des Klebers und die Umſetzung der Atome des Zuckers in Kohlenſäure und Alkohol die beiden Actionen, die ſich gegenſeitig bedingen; ſchließen wir die eine aus, ſo hört damit die andere auf.

Oberhefe, d. h. Hefe, die ſich auf die Oberfläche der Flüſſigkeit begiebt, iſt aber nicht das Product einer vollendeten Zerſetzung, ſondern es iſt oxidirter Kleber, welcher im feuchten Zuſtande einer Umſetzung ſeiner Beſtandtheile, einer neuen Metamorphoſe entgegen geht. Durch dieſen Zuſtand iſt er fähig, in Zuckerwaſſer wieder Gährung zu erregen, und wenn neben dieſem Zucker Kleber zugegen iſt, ſo veranlaßt der ſich zerſetzende Zucker die Metamorphoſe des aufgelöſten Klebers in Hefe, in einem gewiſſen Sinne ſcheint ſich alſo die Hefe reproducirt zu haben.

Die Oberhefe iſt faulender oxidirter Kleber, deſſen Zuſtand der Fäulniß in den Elementen des Zuckers eine ähnliche Metamorphoſe hervorruft.

Die Unterhefe iſt Kleber im Zuſtande der Verweſung, es iſt verweſender oxidirter Kleber. Der abweichende Zerſetzungsproceß, in dem ſich ſeine Elemente befinden, bringt in

dem Zucker eine äußerst verlangsamte Fäulniß (Gährung) hervor. Die Intensität der Action ist in dem Grade gehemmt, daß kein Theilchen des aufgelösten Klebers Antheil daran nimmt. Aber der Contact des verwesenden Klebers (der Unterhefe) veranlaßt die Verwesung des in der Bierwürze gelösten Klebers, bei Zutritt der Luft wird Sauerstoffgas aufgenommen, aller gelöster Kleber scheidet sich als Unterhefe vollständig ab.

Man kann aus gährendem Bier den Absatz, die Oberhefe, durch Fibration entfernen, ohne die Gährung aufzuheben, allein die Unterhefe kann nicht von der Flüssigkeit getrennt werden, ohne alle Erscheinungen der Untergährung zu unterbrechen; sie hört auf oder geht bei höherer Temperatur in Obergährung über.

Die Unterhefe bringt keine Obergährung hervor, sie ist zum Stellen des Backwerks gänzlich untauglich, aber die Oberhefe kann die Untergährung bewirken.

Wenn man zur Würze bei einer Temperatur von 4—6° R. Oberhefe zusetzt, so erfolgt eine langsame nicht stürmische Gährung, welche, wenn man den Bodensatz benutzt, um neue Würze wieder unter denselben Umständen in Gährung zu bringen, nach mehrmaligem Wiederholen in wahre Untergährung übergeht; es wird zuletzt Unterhefe gebildet, die alle Eigenschaft verloren hat, Obergährung hervorzubringen und selbst bei 10° R. Untergährung bewirkt.

In einer Bierwürze, welche in einer niedrigen Temperatur mit Unterhefe der Gährung unterworfen wird, haben wir also die Bedingung zur Metamorphose des Zuckers in der Gegenwart der Unterhefe selbst, allein die Bedingung zur Verwandlung des Klebers in Ferment in Folge einer im Innern der Flüssigkeit vorgehenden Oxidation des Klebers ist nicht vorhanden.

In seiner Fähigkeit und seinem Streben, Sauerstoff aufzunehmen durch den Contact mit Unterhefe, die sich im Zustande der Verwesung befindet, erhöht, und in dem freien ungehinderten Zutritt der Luft haben wir aber alle Bedingungen zu seiner eigenen Verwesung, zu seinem Uebergang in den oxidirten Zustand. Gegenwart von freiem Sauerstoff und aufgelösten Kleber, haben wir als die Bedinger der Verwesung des Alkohols zu seinem Uebergang in Essig kennen gelernt, allein beide sind ohne Einfluß auf den Alkohol, bei niederen Temperaturen. Der Ausschluß der Wärme wirkt hemmend auf die langsame Verbrennung des Alkohols; der Kleber verbindet sich von selbst, wie die im Wasser gelöste schweflige Säure, mit dem Sauerstoff der Luft; diese Eigenschaft geht dem Alkohol ab, und während der Oxidation des Klebers in niedrigen Temperaturen, befindet sich der Alkohol neben ihm in derselben Lage, wie bei dem Schwefeln des Weins der Kleber neben der schwefligen Säure. Der Sauerstoff, der bei ungeschwefeltem Wein sich mit dem Kleber und dem Alkohol verbunden haben würde, tritt an keinen von beiden, er verbindet sich mit der schwefligen Säure. So tritt denn in der Untergährung der Sauerstoff der Luft nicht an Alkohol und Kleber zugleich, sondern an letzteren allein, in höheren Temperaturen würde er an beide getreten sein, d. h. es würde sich Essig gebildet haben.

So ist denn dieser merkwürdige Proceß der Untergährung eine gleichzeitig vorgehende Fäulniß und Verwesung. Zucker befindet sich in der Metamorphose der Fäulniß, der aufgelöste Kleber im Zustande der Verwesung.

Die Appert'sche Aufbewahrungsmethode und die Untergährung des Biers beruhen auf einerlei Princip.

In der Untergährung des Biers wird durch ungehinderten Zutritt der Luft, alle der Verwesung fähige Materie, bei einer

niedrigen Temperatur abgeschieden, in welcher der Alkohol keinen Sauerstoff aufzunehmen fähig ist; mit ihrer Entfernung vermindert sich die Neigung des Biers, in Essig überzugehen, d. h. eine weitere Metamorphose zu erleiden.

In der Appert'schen Aufbewahrungsmethode von Speisen, läßt man den Sauerstoff bei einer hohen Temperatur, in Verbindung treten, mit der Materie der Speisen, in einem Wärmegrade, in welcher wohl Verwesung, aber keine Fäulniß, keine Gährung stattfindet. Mit der Hinwegnahme des Sauerstoffs und der Vollendung der Verwesung ist jede Ursache zur weiteren Störung entfernt. In der Untergährung wird die der Verwesung fähige Substanz, in der Appert'schen Aufbewahrungsmethode der Verweser, der Sauerstoff, entfernt.

Es ist S. 270 berührt worden, daß es ungewiß ist, ob der Kleber, wenn er in Oberhefe übergeht, wenn er also aus gährenden Flüssigkeiten sich in unlöslichem Zustande ausscheidet, sich geradezu mit dem Sauerstoff verbindet, ob also das Ferment sich von dem Kleber lediglich durch einen größeren Sauerstoffgehalt unterscheidet. Dieß ist in der That eine höchst schwierig zu entscheidende Frage, da sie selbst durch die Analyse möglicher Weise nicht lösbar ist. Beachten wir z. B. das Verhalten des Alloxans und Alloxantins, von Materien also, welche die nämlichen Elemente wie der Kleber, obwohl in ganz andern Verhältnissen enthalten, so weiß man, daß das eine aus dem andern durch eine bloße Sauerstoffaufnahme entstehen oder rückwärts der eine in das andere durch Reductionsmittel verwandelt werden kann. Beide sind absolut aus denselben Elementen gebildet, bis auf 1 Aeq. Wasserstoff, was das Alloxantin mehr enthält.

Behandeln wir das Alloxantin mit Chlor und Salpeter-

säure, so wird es in Alloxan verwandelt, in einen Körper also, welcher Alloxantin ist, immer 1 Aeq. Wasserstoff.

Leiten wir durch eine Auflösung von Alloxan Schwefelwasserstoff, so wird Schwefel abgeschieden und Alloxantin gebildet. In dem ersten Fall, kann man sagen, ist der Wasserstoff ganz einfach hinweggenommen worden, in dem andern ist er wieder hinzugetreten.

Aber die Erklärung nimmt eine nicht minder einfache Form an, wenn man beide als verschiedene Oxide eines und desselben Radikals betrachtet, das Alloxan als eine Verbindung von 2 Aeq. Wasser mit einem Körper $C_8 N_4 H_4 O_8$, das Alloxantin als eine Verbindung von 3 At. Wasser, mit einem Körper $C_8 N_4 H_4 O_7$. Die Verwandlung des Alloxans in Alloxantin würde hiernach erfolgen, indem die 8 At. Sauerstoff, die es enthält, auf 7 At. reducirt werden, und umgekehrt würde sich aus Alloxantin Alloxan bilden durch die Aufnahme von 1 At. Sauerstoff, den es der Salpetersäure entzieht.

Man kennt nun Oxide, die sich mit Wasser verbinden und sich ähnlich wie Alloxan und Alloxantin verhalten; man kennt aber keine Wasserstoffverbindung, welche Hydrate bildet, und die Gewohnheit, welche das Unähnliche bis zur Entscheidung der Eigenthümlichkeit zurückweist, läßt uns eine Meinung vorziehen, für die man, genau betrachtet, keine Gründe hat, als die Analogie. In den Isatis-, den Neriumarten, dem Waid ist nun, wie man weiß, eine stickstoffhaltige Materie, ähnlich in mancher Beziehung dem Kleber, enthalten, eine Substanz, welche sich als blauer Indigo abscheidet, wenn der wässerige Aufguß der getrockneten Blätter, der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird. Man ist durchaus im Zweifel, ob der blaue unlösliche Indigo ein Oxid des farblosen löslichen, oder der letztere die Wasserstoffverbindung des

blauen ist. Dumas hat nämlich in beiden dieselben Elemente gefunden, bis auf 1 Aeq. Wasserstoff, was der lösliche Indigo mehr enthält als der blaue.

Wie man leicht bemerkt, kann man den löslichen Kleber als eine Wasserstoffverbindung betrachten, welche der Luft unter geeigneten Bedingungen ausgesetzt, durch die Einwirkung des Sauerstoffs eine gewisse Quantität Wasserstoff verliert und dadurch zu unlöslichem Ferment wird; jedenfalls geht aus der Abscheidung der Hefe in der Conservation des Weins und der Untergährung bei dem Bier, welche in beiden Fällen nur bei Zutritt von Sauerstoff erfolgt, bis zur Evidenz hervor, daß der Sauerstoff den unlöslichen Zustand bedingt.

In welcher Form nun auch der Sauerstoff hinzu treten mag, gleichgültig, ob er sich direct mit dem Kleber verbindet, oder ob er an eine Portion seines Wasserstoffs tritt und damit Wasser bildet; die Producte, welche in Folge seiner Verwandlung in Ferment im Innern der gährenden Flüssigkeit gebildet werden, diese Producte müssen einerlei Beschaffenheit besitzen.

Denken wir uns den Kleber als eine Wasserstoffverbindung, so wird sein Wasserstoff in der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze hinweggenommen werden, indem er sich mit Sauerstoff verbindet, gerade so wie bei der Verwesung des Alkohols zu Aldehyd.

Die Atmosphäre ist abgeschlossen; dieser Sauerstoff wird also nicht aus der Luft, er kann nicht von den Elementen des Wassers genommen werden, weil es unmöglich ist, anzunehmen, daß sich der Sauerstoff von dem Wasserstoff des Wassers trenne, um mit dem Wasserstoff des Klebers wieder Wasser zu bilden. Die Elemente des Zuckers müssen demnach diesen Sauerstoff liefern, d. h. es muß in Folge der Bildung des Ferments eine Portion Zucker auf eine andere Weise zersetzt

werden, als dieß durch seine eigene Metamorphose geschieht; eine gewisse Portion Zucker wird keinen Alkohol und keine Kohlensäure liefern; es müssen sich aus seinen Elementen andere, an Sauerstoff ärmere Producte bilden.

Es ist schon früher auf diese Producte hingewiesen worden, sie sind es, welche eine so große Verschiedenheit in den Qualitäten der gegohrenen Flüssigkeiten und namentlich in ihrem Alkoholgehalt bedingen.

Der Traubensaft, die Bierwürze liefern also in der Obergährung keineswegs eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge von Alkohol, eben weil eine Portion Zucker zur Verwandlung des Klebers in Ferment, in Hefe, und nicht zur Alkoholbildung verwendet wird. Dieß muß aber vollständig in der Untergährung, dieß muß aufs Vollkommenste bei allen Gährungen stattfinden, wo die Metamorphose des Zuckers nicht begleitet ist von Hefenbildung.

Es ist eine entschiedene Thatsache, daß in der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln, wobei sich keine oder nur eine dem Malzzusatz entsprechende Quantität Hefe bildet, daß bei der Gährung der Kartoffelmeische, eine dem Kohlenstoffgehalt der Stärke genau entsprechende Menge von Alkohol und Kohlensäure gewonnen werden kann, und daß das Volum der Kohlensäure, die sich durch Gährung aus den Runkelrüben entwickelt, keine scharfe Bestimmung seines Zuckergehaltes zuläßt, weil man weniger an Kohlensäure erhält, als dieser Zucker für sich in reinem Zustande liefern würde.

Bei gleichen Quantitäten Malz enthält das durch Untergährung erhaltene Bier mehr Alkohol und ist berauschender als das obergährige. Man schreibt gewöhnlich den kräftigen Geschmack des ersteren einem größeren Gehalt von Kohlensäure, einer festeren Bindung derselben zu, allein mit Unrecht. Beide

Bierſorten ſind nach Vollendung der Gährung des einen wie des andern abſolut gleich mit Kohlenſäure geſättigt; wie alle Flüſſigkeiten müſſen beide in der Gährung von der aus ihrem Innern entweichenden Kohlenſäure, eine Quantität zurückbehalten, die genau ihrem Auflöſungsvermögen, d. h. ihrem Volumen entſpricht.

Die Temperatur, in welcher die Gährung vor ſich geht, hat einen höchſt wichtigen Einfluß auf die Quantität des erzeugten Alkohols; es iſt erwähnt worden, daß Runkelrübenſaft, den man bei 30° bis 35° in Gährung übergehen läßt, keinen Alkohol liefert, daß man an der Stelle des Zuckers eine der Gährung nicht fähige ſauerſtoffärmere Subſtanz, den Mannit, daß man Milchſäure und Schleim vorfindet. Mit der Abnahme der Temperatur vermindert ſich die Bildung dieſer Producte; allein es iſt in ſtickſtoffhaltigen Pflanzenſäften natürlich unmöglich, die Grenze feſtzuſetzen, wo die Metamorphoſe des Zuckers allein erfolgt, wo ſie alſo unbegleitet iſt von einer eingreifenden ſtörenden Zerſetzungsweiſe.

Aus der Untergährung des Biers weiß man, daß durch die Mitwirkung des Sauerſtoffs der Luft, neben der niedrigen Temperatur, durch zwei Bedingungen alſo, die vollkommene Metamorphoſe des Zuckers erfolgt, weil die Urſache der Störung derſelben, weil dem Streben des Klebers, ſich in unlösliches Ferment zu verwandeln, durch Hinzuführung von Sauerſtoff von außen her genügt wird.

Bei dem Beginn der Gährung des Traubenſaftes und der Bierwürze iſt die Menge der in Metamorphoſe begriffenen Materien natürlich am größten, alle Erſcheinungen, welche ſie begleiten, Gasentwickelung und Erhöhung der Temperatur, treten in dieſer Periode am ſtärkſten ein; mit der Zerſetzung der größeren Menge Zucker und Kleber vermindern ſich die

werden, als dieß durch seine eigene Metamorphose geschieht; eine gewisse Portion Zucker wird keinen Alkohol und keine Kohlensäure liefern; es müssen sich aus seinen Elementen andere, an Sauerstoff ärmere Producte bilden.

Es ist schon früher auf diese Producte hingewiesen worden, sie sind es, welche eine so große Verschiedenheit in den Qualitäten der gegohrenen Flüssigkeiten und namentlich in ihrem Alkoholgehalt bedingen.

Der Traubensaft, die Bierwürze liefern also in der Obergährung keineswegs eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge von Alkohol, eben weil eine Portion Zucker zur Verwandlung des Klebers in Ferment, in Hefe, und nicht zur Alkoholbildung verwendet wird. Dieß muß aber vollständig in der Untergährung, dieß muß aufs Vollkommenste bei allen Gährungen stattfinden, wo die Metamorphose des Zuckers nicht begleitet ist von Hefenbildung.

Es ist eine entschiedene Thatsache, daß in der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln, wobei sich keine oder nur eine dem Malzzusatz entsprechende Quantität Hefe bildet, daß bei der Gährung der Kartoffelmeische, eine dem Kohlenstoffgehalt der Stärke genau entsprechende Menge von Alkohol und Kohlensäure gewonnen werden kann, und daß das Volum der Kohlensäure, die sich durch Gährung aus den Runkelrüben entwickelt, keine scharfe Bestimmung seines Zuckergehaltes zuläßt, weil man weniger an Kohlensäure erhält, als dieser Zucker für sich in reinem Zustande liefern würde.

Bei gleichen Quantitäten Malz enthält das durch Untergährung erhaltene Bier mehr Alkohol und ist berauschender als das obergährige. Man schreibt gewöhnlich den kräftigen Geschmack des ersteren einem größeren Gehalt von Kohlensäure, einer festeren Bindung derselben zu, allein mit Unrecht. Beide

Bierſorten ſind nach Vollendung der Gährung des einen wie des andern abſolut gleich mit Kohlenſäure geſättigt; wie alle Flüſſigkeiten müſſen beide in der Gährung von der aus ihrem Innern entweichenden Kohlenſäure, eine Quantität zurückbehalten, die genau ihrem Auflöſungsvermögen, d. h. ihrem Volumen entſpricht.

Die Temperatur, in welcher die Gährung vor ſich geht, hat einen höchſt wichtigen Einfluß auf die Quantität des erzeugten Alkohols; es iſt erwähnt worden, daß Runkelrübenſaft, den man bei 30° bis 35° in Gährung übergehen läßt, keinen Alkohol liefert, daß man an der Stelle des Zuckers eine der Gährung nicht fähige ſauerſtoffärmere Subſtanz, den Mannit, daß man Milchſäure und Schleim vorfindet. Mit der Abnahme der Temperatur vermindert ſich die Bildung dieſer Producte; allein es iſt in ſtickſtoffhaltigen Pflanzenſäften natürlich unmöglich, die Grenze feſtzuſetzen, wo die Metamorphoſe des Zuckers allein erfolgt, wo ſie alſo unbegleitet iſt von einer eingreifenden ſtörenden Zerſetzungsweiſe.

Aus der Untergährung des Biers weiß man, daß durch die Mitwirkung des Sauerſtoffs der Luft, neben der niedrigen Temperatur, durch zwei Bedingungen alſo, die vollkommene Metamorphoſe des Zuckers erfolgt, weil die Urſache der Störung derſelben, weil dem Streben des Klebers, ſich in unlösliches Ferment zu verwandeln, durch Hinzuführung von Sauerſtoff von außen her genügt wird.

Bei dem Beginn der Gährung des Traubenſaftes und der Bierwürze iſt die Menge der in Metamorphoſe begriffenen Materien natürlich am größten, alle Erſcheinungen, welche ſie begleiten, Gasentwickelung und Erhöhung der Temperatur, treten in dieſer Periode am ſtärkſten ein; mit der Zerſetzung der größeren Menge Zucker und Kleber vermindern ſich die

werden, als dieß durch seine eigene Metamorphose geschieht; eine gewisse Portion Zucker wird keinen Alkohol und keine Kohlensäure liefern; es müssen sich aus seinen Elementen andere, an Sauerstoff ärmere Producte bilden.

Es ist schon früher auf diese Producte hingewiesen worden, sie sind es, welche eine so große Verschiedenheit in den Qualitäten der gegohrenen Flüssigkeiten und namentlich in ihrem Alkoholgehalt bedingen.

Der Traubensaft, die Bierwürze liefern also in der Obergährung keineswegs eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge von Alkohol, eben weil eine Portion Zucker zur Verwandlung des Klebers in Ferment, in Hefe, und nicht zur Alkoholbildung verwendet wird. Dieß muß aber vollständig in der Untergährung, dieß muß aufs Vollkommenste bei allen Gährungen stattfinden, wo die Metamorphose des Zuckers nicht begleitet ist von Hefenbildung.

Es ist eine entschiedene Thatsache, daß in der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln, wobei sich keine oder nur eine dem Malzzusatz entsprechende Quantität Hefe bildet, daß bei der Gährung der Kartoffelmeische, eine dem Kohlenstoffgehalt der Stärke genau entsprechende Menge von Alkohol und Kohlensäure gewonnen werden kann, und daß das Volum der Kohlensäure, die sich durch Gährung aus den Runkelrüben entwickelt, keine scharfe Bestimmung seines Zuckergehaltes zuläßt, weil man weniger an Kohlensäure erhält, als dieser Zucker für sich in reinem Zustande liefern würde.

Bei gleichen Quantitäten Malz enthält das durch Untergährung erhaltene Bier mehr Alkohol und ist berauschender als das obergährige. Man schreibt gewöhnlich den kräftigen Geschmack des ersteren einem größeren Gehalt von Kohlensäure, einer festeren Bindung derselben zu, allein mit Unrecht. Beide

Biersorten sind nach Vollendung der Gährung des einen wie des andern absolut gleich mit Kohlensäure gesättigt; wie alle Flüssigkeiten müssen beide in der Gährung von der aus ihrem Innern entweichenden Kohlensäure, eine Quantität zurückbehalten, die genau ihrem Auflösungsvermögen, d. h. ihrem Volumen entspricht.

Die Temperatur, in welcher die Gährung vor sich geht, hat einen höchst wichtigen Einfluß auf die Quantität des erzeugten Alkohols; es ist erwähnt worden, daß Runkelrübensaft, den man bei 30° bis 35° in Gährung übergehen läßt, keinen Alkohol liefert, daß man an der Stelle des Zuckers eine der Gährung nicht fähige sauerstoffärmere Substanz, den Mannit, daß man Milchsäure und Schleim vorfindet. Mit der Abnahme der Temperatur vermindert sich die Bildung dieser Producte; allein es ist in stickstoffhaltigen Pflanzensäften natürlich unmöglich, die Grenze festzusetzen, wo die Metamorphose des Zuckers allein erfolgt, wo sie also unbegleitet ist von einer eingreifenden störenden Zersetzungsweise.

Aus der Untergährung des Biers weiß man, daß durch die Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, neben der niedrigen Temperatur, durch zwei Bedingungen also, die vollkommene Metamorphose des Zuckers erfolgt, weil die Ursache der Störung derselben, weil dem Streben des Klebers, sich in unlösliches Ferment zu verwandeln, durch Hinzuführung von Sauerstoff von außen her genügt wird.

Bei dem Beginn der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze ist die Menge der in Metamorphose begriffenen Materien natürlich am größten, alle Erscheinungen, welche sie begleiten, Gasentwickelung und Erhöhung der Temperatur, treten in dieser Periode am stärksten ein; mit der Zersetzung der größeren Menge Zucker und Kleber vermindern sich die

Zeichen der im Innern vorgehenden Zersetzung, ohne daß sie aber eher als vollendet angesehen werden kann, als bis sie völlig verschwinden.

Die langsam fortdauernde Zersetzung nach der schnell eintretenden stürmischen oder lebhaften Gasentwickelung nennt man Nachgährung; bei dem Weine, wie bei dem Biere, dauert sie bis zur völligen Verschwindung ihres Zuckergehaltes fort, das specifische Gewicht der Flüssigkeit nimmt viele Monate hindurch noch ab. Die Nachgährung ist in den meisten Fällen eine wahre Untergährung, in welcher zum Theil die Metamorphose des noch aufgelösten Zuckers in Folge der fortschreitenden Zersetzung der Unterhefe bewirkt wird, ohne daß übrigens damit bei Luftausschluß eine vollkommene Ausscheidung der gelösten stickstoffhaltigen Materien bedingt wird.

In mehreren deutschen Staaten hat man den günstigen Einfluß eines rationellen Gährungsverfahrens auf die Qualität der Biere sehr wohl erkannt; man hat z. B. im Großherzogthum Hessen beträchtliche Preise auf die Darstellung von Bier nach dem baier'schen Gährungsverfahren ausgesetzt, und diese Preise werden Demjenigen zuerkannt, welcher nachweisen kann, daß sein Fabricat sich 6 Monate lang in Lagerfässern aufbewahren ließ, ohne sauer zu werden. Hunderte von Fässern Bier sind an den meisten Orten im Anfange zu Essig geworden, bis man zu einer empirischen Kenntniß der Bedingungen gelangte, deren Einfluß durch die Theorie vorausgesetzt und zum Bewußtsein gebracht wird.

Weder der Alkoholgehalt, noch der Hopfen allein, noch beide zusammen, schützen das Bier vor dem Sauerwerden; in England gelingt es mit einem Verlust der Zinsen eines ungeheuern Kapitals, die besseren Sorten Ale und Porter vor dem Uebergang in Säure dadurch zu schützen, indem man sie in damit

angefüllten ungeheuern faßartigen verſchloſſenen Gefäßen, deren Oberfläche mit Sand bedeckt iſt, mehrere Jahre liegen läßt, daß man ſie alſo ähnlich behandelt, wie die Weine in dem ſogenannten Ablagern.

Durch die Poren des Holzes findet ein ſchwacher Luftwechſel ſtatt; die Menge der ſtickſtoffhaltigen Materie im Verhältniß zu dem zutretenden Sauerſtoff iſt ſo groß, daß dieſer Sauerſtoff dadurch gehindert wird, an den Alkohol zu treten; aber auch das nach dieſem Verfahren behandelte Bier hält ſich bei Luftzutritt in kleineren Gefäßen nicht über zwei Monate lang.

Die Verweſung der Holzfaſer.

Die Verwandlung der Holzfaſer in die Materien, welche man Humus und Moder genannt hat, iſt durch ihren Einfluß auf die Vegetation einer der merkwürdigſten Zerſetzungsproceſſe, welche in der Natur vor ſich gehen.

Von einer andern Seite erſcheint die Verweſung nicht minder wichtig, inſofern ſie der große Naturproceß iſt, in welchem die Vegetabilien den Sauerſtoff an die Atmoſphäre wieder zurückgeben, den ſie im lebenden Zuſtande derſelben entzogen haben.

Wir haben bei der Holzfaſer drei in ihren Reſultaten verſchiedene Zerſetzungsweiſen in Betrachtung zu ziehen.

Die eine geht vor ſich im befeuchteten Zuſtande, bei freiem und ungehindertem Zutritt der Luft, die zweite bei Abſchluß der Luft, und die dritte, wenn die Holzfaſer mit Waſſer bedeckt, ſich in Berührung befindet mit faulenden organiſchen Stoffen.

In trockner Luft oder unter Waſſer erhält ſich die Holzfaſer, wie man weiß, Jahrtauſende ohne bedeutende Veränderung, aber ſie kann im befeuchteten Zuſtande mit der Atmoſphäre nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblick an eine Veränderung zu erleiden, ſie verwandelt ohne Aenderung des Volums den umgebenden Sauerſtoff, wie ſchon erwähnt, in Kohlenſäure, und geht nach und nach in eine gelbbraune, braune oder ſchwarze Materie von geringem Zuſammenhang über.

In den Verſuchen von de Sauſſure verwandelten 240 Th. trockne Eichenholzſpäne 10 Cubiczoll Sauerſtoff in eben ſo viel kohlenſaures Gas, welches 3 Gewichtstheile Kohlenſtoff enthält; das Gewicht der Späne fand ſich aber um 15 Th. vermindert. Es hatten ſich demnach hierbei noch 12 Gewichtstheile Waſſer von den Elementen des Holzes getrennt.

Kohlenſäure, Waſſer und Moder oder Humus ſind mithin die Producte der Verweſung des Holzes.

Wir haben angenommen, daß das Waſſer aus dem Waſſerſtoff des Holzes entſteht, der ſich mit dem Sauerſtoff der Atmoſphäre verbindet, und daß in dem Acte dieſer Oxidation Kohlenſtoff und Sauerſtoff in der Form von Kohlenſäure ſich von den Elementen des Holzes trennen.

Es iſt ſchon früher erwähnt worden, daß die reine Holzfaſer Kohlenſtoff und die Elemente des Waſſers enthält. Der Humus entſteht aber nicht durch Verweſung der Holzfaſer allein, ſondern durch die Verweſung des Holzes, was außer der rei-

nen Holzfaser noch fremde, lösliche und unlösliche organische Stoffe enthält.

Das relative Verhältniß der Elemente des Eichenholzes ist deshalb ein anderes als beim Buchenholz, und beide sind wieder in ihrer Zusammensetzung verschieden von der reinen Holzfaser, die sich in allen Vegetabilien gleichbleibt. Die Unterschiede sind nichts desto weniger so unbedeutend, daß sie in den Fragen, die wir einer Discussion unterwerfen, unbeachtet bleiben können, um so mehr, da der Gehalt an diesen Materien je nach der Jahreszeit wechselt.

Nach den mit Sorgfalt von Gay-Lussac und Thénard ausgeführten Analysen des bei 100° getrockneten und mit Wasser und Weingeist von allen darin löslichen Theilen befreiten Eichenholzes enthielt dasselbe 52,53 Kohlenstoff und 47,47 Wasserstoff, und Sauerstoff in dem Verhältniß wie im Wasser.

Es ist nun früher erwähnt worden, daß sich das feuchte Holz im Sauerstoffgas gerade so verhält, wie wenn sich sein Kohlenstoff direct mit dem Sauerstoff verbunden hätte, es entsteht nämlich gasförmige Kohlensäure und Humus.

Wenn die Wirkung des Sauerstoffs sich ausschließlich auf den Kohlenstoff des Holzes erstreckt haben würde, wäre weiter nichts als Kohlenstoff von den Bestandtheilen des Holzes hinweggenommen worden, so müßte man die übrigen Elemente unverändert, aber mit weniger Kohlenstoff verbunden, in dem Humus wiederfinden. Das Endresultat dieser Einwirkung würde demnach ein gänzliches Verschwinden des Kohlenstoffs sein, es würden zuletzt nur die Elemente des Wassers übrig bleiben.

Wenn wir aber das verwesende Holz in seinen verschiedenen Stadien seiner Verwesung einer Untersuchung unterwerfen, so gelangen wir zu dem merkwürdigen Resultat, daß der Koh-

lenstoff des rückständigen festen Produkts beständig zunimmt, daß also, abgesehen von der Kohlensäurebildung durch den Einfluß der Luft, die Veränderung des Holzes in Humus als eine Trennung der Bestandtheile des Wassers von dem Kohlenstoff sich darstellt.

Die Analyse liefert nämlich von vermodertem Eichenholze, was aus dem Innern eines hohlen Eichstammes genommen worden war, eine chokoladebraune Farbe besaß, und noch vollkommen die Structur des Holzes zeigte, in 100 Theilen 53,36 Kohlenstoff und 46,44 Wasserstoff und Sauerstoff, in dem Verhältniß, wie im Wasser. Eine andere Probe von einer andern Eiche, von lichtbrauner Farbe, leicht zerreiblich zu feinem Pulver, gab 56,211 Kohlenstoff und 43,789 Wasser.

Aus diesen unverwerflichen Thatsachen ergiebt sich bis zur Evidenz die Gleichheit der Verwesung des Holzes mit allen andern langsamen Verbrennungen wasserstoffreicher Materien. Wie sonderbar würde in der That diese Verbrennung sich darstellen, wenn der Kohlenstoff des Holzes direct sich mit dem Sauerstoff verbände, eine Verbrennung, wo der Kohlegehalt des verbrennenden Körpers, anstatt abzunehmen, sich beständig vergrößert. Es ist offenbar der Wasserstoff, der auf Kosten des Sauerstoffs der Luft oxidirt wird, die Kohlensäure stammt von den Elementen des Holzes; nie, unter keinerlei Bedingungen, vereinigt sich bei gewöhnlicher Temperatur der Kohlenstoff direct mit dem Sauerstoff zu Kohlensäure.

In welchem Stadium der Verwesung das Holz sich auch befinden mag, stets müssen darin die Elemente ausdrückbar sein durch die Aequivalentenzahlen.

Die folgenden Formeln drücken diese Verhältnisse mit großer Schärfe aus:

$C_{36} H_{44} O_{22}$ Eichenholz, nach Gay Lussac und Thénard *).

$C_{35} H_{40} O_{20}$ Humus von Eichenholz (Meyer) **).

$C_{34} H_{36} O_{18}$ » » » (Dr. Will ***).

Man beobachtet leicht, daß für je zwei Aequivalente Wasserstoff, der sich oxidirt, 2 Atome Sauerstoff und 1 Aequivalent Kohlenstoff, von den übrigen Elementen abgeschieden werden.

Unter den gewöhnlichen Bedingungen bedarf die Pflanzenfaser zu ihrer Verwesung einer sehr langen Zeit, sie wird, wie sich von selbst versteht, ausnehmend beschleunigt durch erhöhte Temperatur und ungehinderten, freien Zutritt der Luft, sie wird aufgehalten und verlangsamt durch Abwesenheit von Feuchtigkeit und durch Umgebung mit einer Atmosphäre von Kohlensäure, durch welche letztere der Zutritt des Sauerstoffs zu der verwesenden Materie abgeschlossen wird.

Schweflige Säure, alle antiseptischen Materien halten die Verwesung der Pflanzenfaser auf; man hat bekanntlich Queckfilbersublimat, welcher die Fähigkeit zu faulen, gähren und verwesen aller, auch der am leichtesten veränderlichen, vegetabilischen und thierischen Stoffe gänzlich vernichtet, als das kräftigste Mittel in Anwendung gebracht, um das Holz, was zum Schiffbau dient und dem abwechselnden Zutritt von Feuchtigkeit und Luft ausgesetzt ist, vollkommen vor der Verwesung zu schützen.

Auf der andern Seite wird durch die Berührung mit Alkalien und alkalischen Erden, welche die Absorbtion des Sauer-

*) Die Rechnung giebt 52,5 Kohlenstoff und 47,5 Wasser.

**) Die Rechnung giebt 54 Kohlenstoff und 46 Wasser.

***) Die Rechnung giebt 56 Kohlenstoff und 44 Wasser.

ſtoffs ſelbſt in denjenigen Subſtanzen zu erwirken vermögen, denen an und für ſich dieſe Fähigkeit abgeht, wie beim Alkohol (S. 250), der Gallusſäure, dem Gerbeſtoff, den vegetabiliſchen Farbeſtoffen (S. 239), die Verweſung der vegetabiliſchen Materien im Allgemeinen ausnehmend befördert. Durch die Gegenwart von Säuren wird ſie im Gegentheil aufgehalten und verlangſamt.

In ſchwerem Lehmboden hält ſich die eine Bedingung zur Verweſung der darin enthaltenen vegetabiliſchen Stoffe, die Feuchtigkeit nämlich, am längſten, allein ſein feſter Zuſammenhang hindert die häufige Berührung mit der Luft.

In feuchtem Sandboden, und namentlich in einem aus kohlenſaurem Kalk und Sand gemengten Boden geht durch die Berührung mit dem ſchwach alkaliſchen Kalk die Verweſung am ſchnellſten von ſtatten.

Betrachten wir nun die Verweſung der Holzfaſer in einer unendlich langen Zeit, indem wir die Bedingung ſeiner Veränderung, nämlich die fortſchreitende Hinwegnahme ſeines Waſſerſtoffs, in der Form von Waſſer, und die Trennung ſeines Sauerſtoffs in der Form von Kohlenſäure feſthalten, ſo iſt klar, daß, wenn wir von der Formel $C_{36} H_{44} O_{22}$ die 22 Aeq. Sauerſtoff mit 11 Aeq. Kohlenſtoff abziehen und die 22 Aeq. Waſſerſtoff ($H_2 = 1$ Aeq.) uns durch den Sauerſtoff der Luft oxidirt und in der Form von Waſſer abgeſchieden denken, daß von 1 At. Eichenholz zuletzt 25 At. Kohlenſtoff in reinem Zuſtande übrig bleiben werden, d. h. von 100 Th. Eichenholz, welche 52,5 Kohlenſtoff enthalten, werden 37 Theile Kohle übrig bleiben, welche als reiner Kohlenſtoff, dem die Fähigkeit, bei gewöhnlicher Temperatur ſich zu oxidiren, gänzlich abgeht, ſich unverändert erhalten werden.

Zu dieſem Endreſultat gelangen wir bei der Verweſung des

Holzes unter den gewöhnlichen Bedingungen nicht, und zwar deshalb nicht, weil mit der Zunahme des Kohlenstoffs in dem rückständigen Humus, mit seiner Masse also, wie bei allen Zersetzungen dieser Art, die Größe seiner Anziehung zu dem Wasserstoff, der noch in Verbindnng bleibt, wächst, bis zuletzt die Verwandtschaft des Sauerstoffs zu diesem Wasserstoff und die des Kohlenstoffs zu demselben Körper sich gegenseitig im Gleichgewicht halten.

Wir finden aber in demselben Grade, als seine Verwesung vorgeschritten ist, eine Abnahme einer Fähigkeit, mit Flamme zu verbrennen, d. h. bei seinem Erhitzen gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen zu bilden; das verfaulte Holz verbrennt beim Anzünden ohne Flamme, es verglimmt nur, und hieraus kann kein anderer Schluß gezogen werden, als der, daß der Wasserstoff, den die Analyse nachweist, nicht mehr in der Form darin enthalten ist, wie im Holz.

In dem verfaulten Eichenholze finden wir mehr Kohlenstoff; wir finden ferner Wasserstoff und Sauerstoff in dem nämlichen Verhältniß, wie im frischen Holz.

Der Natur der Sache nach sollte es mit der Zunahme an Kohlenstoff eine leuchtendere, kohlenreichere Flamme bilden, es verbrennt im Gegentheil, wie feinzertheilte Kohle, wie wenn kein Wasserstoff darin vorhanden wäre. Im gewöhnlichen Leben, wo die Anwendung des Holzes als Brennmaterial auf seiner Fähigkeit beruht, mit Flamme zu brennen, hat deshalb das verfaulte oder kranke Holz einen weit geringeren Handelswerth. Wir können uns diesen Wasserstoff in keiner andern Form, als in der des Wassers denken, weil sie allein genügende Rechenschaft über dies Verhalten giebt.

Denken wir uns die Verwesung in einer Flüssigkeit vor sich gehen, welche reich ist an Kohlenstoff und Wasserstoff, so

wird, ähnlich wie bei der Erzeugung der kohlereichſten, kryſtalliniſchen Subſtanz, des farbloſen Naphtalins aus gasförmigen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen, eine an Kohlenſtoff ſtets reichere Verbindung gebildet werden, aus der ſich zuletzt als Endreſultat ihrer Verweſung Kohlenſtoff in Subſtanz und zwar kryſtalliniſch abſcheiden muß.

Die Wiſſenſchaft bietet in allen Erfahrungen, die man kennt, außer dem Proceſſe der Verweſung, keine Analogien für die Bildung und Entſtehung des Diamants dar. Man weiß gewiß, daß er ſeine Entſtehung nicht dem Feuer verdankt, denn hohe Temperatur und Gegenwart von Sauerſtoff ſind mit ſeiner Verbrennlichkeit nicht vereinbar; man hat im Gegentheil überzeugende Gründe, daß er auf naſſem Wege, daß er in einer Flüſſigkeit ſich gebildet hat, und der Verweſungsproceß allein giebt eine bis zu einem gewiſſen Grade befriedigende Vorſtellung über ſeine Entſtehungsweiſe.

So ſind der Bernſtein, die foſſilen Harze und die Säure in dem Honigſtein, die Begleiter von Vegetabilien, welche den Verweſungsproceß erlitten haben, ſie finden ſich in Braunkohlen, und ſind offenbar durch einen ähnlichen Zerſetzungsproceß aus Subſtanzen entſtanden, die in einer ganz andern Form in den lebenden Pflanzen enthalten waren, ſie zeichnen ſich alle durch einen verhältnißmäßig geringen Waſſerſtoffgehalt aus, und von der Honigſteinſäure weiß man, daß ſie das nämliche Verhältniß im Kohlenſtoff und Sauerſtoffgehalt enthält, wie die Bernſteinſäure, und daß die letztere ſich nur durch ihren Waſſerſtoffgehalt davon unterſcheidet.

Dammerde.

Unter Dammerde (terreau) verſteht man ein Gemenge von verwitterten Mineralſubſtanzen mit Ueberreſten vegetabiliſcher und Thierſtoffe; ihrer ganzen Beſchaffenheit nach läßt ſie ſich als Erde betrachten, in welcher ſich Humus im Zuſtande der Zerſetzung befindet. Ihre Wirkungsweiſe auf die Luft iſt durch die Verſuche von Ingenhouß und de Sauſſure auf's Klarſte ermittelt worden.

In einem mit Luft erfüllten Gefäße, in befeuchtetem Zuſtande entzieht ſie derſelben, mit noch größerer Schnelligkeit als das faule Holz, allen Sauerſtoff und erſetzt ihn durch ein gleiches Volumen Kohlenſäure. Wird die Kohlenſäure hinweggenommen und die Luft erneuert, ſo wiederholt ſich dieſe Umwandlung.

Kaltes Waſſer löſ't aus der Dammerde nahe $^1/_{10000}$ ihres Gewichts auf; dieſe Auflöſung iſt farblos und klar, und giebt abgedampft einen Rückſtand, welcher Kochſalz, Spuren von ſchwefelſaurem Kalk und Kali enthält und ſich beim Glühen vorübergehend ſchwärzt. Kochendes Waſſer färbt ſich mit Dammerde gelb oder gelbbraun; dieſe Auflöſung entfärbt ſich an der Luft unter Abſorption von Sauerſtoff, unter Bildung eines ſchwarzen leichten Bodenſatzes; im gefärbten Zuſtande abgedampft giebt ſie einen Rückſtand, der ſich beim Glühen ſchwärzt und eine Maſſe hinterläßt, aus der durch Waſſer kohlenſaures Kali ausgezogen wird.

Behandelt man die Dammerde mit einer Auflösung von Kali, so erhält man eine schwarzgefärbte Flüssigkeit, welche mit Essigsäure ohne Trübung vermischt werden kann. Verdünnte Schwefelsäure schlägt daraus leichte braunschwarze Flocken nieder, die sich durch Waschen mit Wasser nur schwierig von aller freien Säure befreien lassen. Wenn man den gewaschenen Niederschlag feucht unter eine Glocke mit Sauerstoffgas bringt, so wird dasselbe rasch eingesaugt; bei dem Trocknen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur geschieht dieß ebenfalls; mit der Entfernung aller Feuchtigkeit verliert sie die Fähigkeit, sich im Wasser zu lösen aufs Vollständigste, selbst Alkalien lösen daraus nur noch Spuren auf.

Es ist hiernach klar, daß das siedende Wasser aus der Dammerde eine Materie auszieht, deren Löslichkeit durch die Gegenwart der in den Pflanzenüberresten enthaltenen alkalischen Salze vermittelt wurde. Diese Substanz ist ein Product der unvollkommenen Verwesung der Holzfaser; es steht in seiner Zusammensetzung zwischen der Holzfaser und dem eigentlichen Humus, und verwandelt sich in den letzteren durch Aussetzung im feuchten Zustande an die Luft.

Vermoderung.
Papier, Braunkohle und Steinkohle.

Unter Vermoderung begreift man eine Zersetzung des Holzes, der Holzfaser und aller vegetabilischen Körper, bei Gegenwart von Wasser und gehindertem Zutritt der Luft.

Die Braunkohle und Steinkohle sind Ueberreste von Vegetabilien der Vorwelt; ihre Beschaffenheit zeigt, daß sie Producte der Zersetzungsprocesse sind, die man mit Fäulniß und Verwesung bezeichnet. Es ist leicht, durch die Analyse derselben die Art und Weise festzustellen, in welcher sich die Bestandtheile geändert haben in der Voraussetzung, daß ihre Hauptmasse aus Holzfaser entstanden ist.

Um sich eine bestimmte Vorstellung über die Entstehung der Braunkohle und Steinkohle zu verschaffen, ist es nöthig, eine eigenthümliche Veränderung zu betrachten, welche die Holzfaser bei Gegenwart von Feuchtigkeit und dem völligen Abschluß oder bei gehindertem Zutritt der Luft erfährt.

Es ist bekannt, daß reine Holzfaser, Leinwand z. B., mit Wasser zusammengestellt, sich unter beträchtlicher Wärmeentwickelung zu einer weichen zerreiblichen Masse zersetzt, welche ihren Zusammenhang zum größten Theil verloren hat; es ist dieß die Substanz, woraus man, vor der Anwendung des Chlors, Papier bereitete. Auf Haufen geschichtet bemerkt man während der Erhitzung eine Gasentwickelung, und die Lumpen

Holzes getrennt; es ist möglich, daß die höhere Temperatur und Druck, unter welcher die Zersetzung vor sich ging, die Verschiedenheit der Zersetzungsweise bedingte, wenigstens gab ein Stück Holz, welches ganz die Beschaffenheit und das Aussehen der Laubacher Braunkohle besaß, und in diesen Zustand durch mehrwöchentliches Verweilen in dem Kessel einer Dampfmaschine versetzt worden war (in der Maschinenfabrik des Herrn Oberbergraths Henschel in Cassel) eine ganz ähnliche Zusammensetzung.

Die Veränderung ging in Wasser vor sich, was eine Temperatur von 150—160° besaß, und einem entsprechenden Druck ausgesetzt war, und diesem Umstande ist unstreitig auch die höchst geringe Menge Asche zuzuschreiben, die dieses Holz nach dem Verbrennen hinterließ; sie betrug 0,51 p. c., also noch etwas weniger als wie die der Laubacher Braunkohle. Die von Berthier untersuchten Pflanzenaschen hinterlassen ohne Ausnahme eine bei weitem größere Quantität.

Die eigenthümliche Zersetzungsweise der vorweltlichen Vegetabilien, d. h. eine fortschreitende Trennung von Kohlensäure, scheint noch jetzt in großen Tiefen in allen Braunkohlenlagern fortzudauern; es ist zum wenigsten höchst bemerkenswerth, daß vom Meißner in Kurhessen an bis zur Eifel hin, wo diese Lager sehr häufig sind, an eben so vielen Orten Säuerlinge zu Tage kommen. Diese Mineralquellen bilden sich auf dem Platze selbst, wo sie vorkommen, aus süßem Wasser, was aus der Tiefe kommt, und aus Kohlensäuregas, was gewöhnlich von der Seite zuströmt.

In der Nähe der Braunkohlenlager von Salzhausen befand sich vor einigen Jahren ein vortrefflicher Säuerling, welcher von der ganzen Umgegend in Gebrauch genommen war; man beging den Fehler, diese Quelle in Sandstein zu fassen,

mit dem die Seitenöffnungen, aus welchen das Gas strömte, zugemauert wurden. Von diesem Augenblicke an hatte man süßes Quellwasser.

In einer geringen Entfernung von den Braunkohlenlagern von Dorheim entspringt die an Kohlensäure überaus reiche Schwalheimer Mineralquelle, bei welcher Herr Salinendirector Wilhelmi längst beim Ausräumen die Beobachtung gemacht hat, daß sie sich auf dem Platze selbst aus süßem Wasser, was von unten, und kohlensaurem Gas, was von der Seite kommt, bildet. Die nämliche Erfahrung wurde von Herrn Oberbergrath Schapper bei dem berühmten Fachinger Brunnen gemacht.

Das kohlensaure Gas von den Kohlensäurequellen in der Eifel ist nach Bischof nur selten gemengt mit Stickgas und Sauerstoffgas; es ist höchst wahrscheinlich, daß es seinen Ursprung einer ähnlichen Ursache verdankt; die Luft scheint wenigstens nicht den geringsten Antheil an der Bildung derselben in den eigentlichen Säuerlingen zu nehmen; sie kann in der That weder durch eine Verbrennung in niederer, noch in höherer Temperatur gebildet worden sein; denn in diesem Fall würde das kohlensaure Gas auch bei der vollkommensten Verbrennung mit $^4/_5$ Stickgas gemengt sein, allein es enthält keine Spur Stickgas. Die Blasen, welche unabsorbirt durch das Wasser der Mineralquellen in die Höhe steigen, werden bis auf einen unmeßbaren Rückstand von Kalilauge aufgenommen.

Die Dorheimer und Salzhäuser Braunkohle sind offenbar durch eine ähnliche Ursache entstanden, wie die Laubacher, die in der Nähe vorkommen, und da diese genau die Elemente der Holzfaser, minus einer gewissen Quantität Kohlensäure enthalten, so scheint sich aus dieser Zusammensetzung von selbst eine Erklärung zu ergeben.

Wetterau in zahlreich verbreiteten Lagern vorkommen, durch unveränderte Holzstructur und durch Mangel an Bitumen ausgezeichnet; zu der folgenden Analyse wurde ein Stück gewählt, in dem man die Jahrringe noch zählen konnte; sie wird in der Nähe von Laubach gewonnen; von diesem Stück enthielten 100 Theile

Kohlenstoff	57,28
Wasserstoff	6,03
Sauerstoff	36,10
Asche	0,59
	100,00

Von vorn herein fällt bei dieser Braunkohle der größere Gehalt von Kohlenstoff, bei dem bei weitem geringeren an Sauerstoff in die Augen; es ist klar, daß von dem Holz, aus dem sie entstanden ist, eine gewisse Menge Sauerstoff sich getrennt hat. In Verhältnißzahlen wird diese Analyse genau durch die Formel $C_{35} H_{42} O_{16}$ ausgedrückt. (Sie giebt 57,5 Kohlenstoff und 5,98 Wasserstoff.)

Verglichen mit der Analyse des Eichenholzes, ist die Braunkohle aus Holzfaser entstanden, von der sich 1 Aeq. Wasserstoff und die Elemente von 3 At. Kohlensäure getrennt haben.

1 At. Holz	$C_{56} H_{44} O_{22}$
minus 1 Aeq. Wasserstoff	
und 3 At. Kohlensäure	$C_3 H_2 O_6$
Braunkohle	$C_{35} H_{42} O_{16}$

Alle Braunkohlen, von welcher Lagerstätte sie aufgenommen werden mögen, enthalten mehr Wasserstoff als das Holz; sie enthalten weniger Sauerstoff, als nöthig ist, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden; Alle sind demnach durch einerlei Zersetzungsproceß entstanden. Der Wasserstoff des Holzes

blieb entweder unverändert in demselben oder es ist Wasserstoff von Außen hinzugetreten.

Die Analyse einer Braunkohle, welche in der Nähe von Cassel bei Ringkuhl vorkommt und in der nur selten Stücke mit Holzstructur sich finden, gab bei 100° getrocknet:

Kohlenstoff	62,60	63,83
Wasserstoff	5,02	4,80
Sauerstoff	26,52	25,45
Asche	5,86	5,86
	100,00	100,00

Die obigen Verhältnisse am Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff lassen sich sehr nahe durch die Formel $C_{32} H_{30} O_9$ ausdrücken, oder durch die Bestandtheile des Holzes, von dem sich die Elemente von Kohlensäure, Wasser und 2 Aeq. Wasserstoff getrennt haben.

$C_{56} H_{44} O_{22}$ = Holz.

Hiervon ab $C_4 H_{14} O_{15}$ = 4 At. Kohlensäure + 5 At. Wasser + 4 At. Wasserstoff.

$C_{32} H_{30} O_9$ = Braunkohle von Ringkuhl.

Die Bildung beider Braunkohlen ist, wie diese Formeln ergeben, unter Umständen vor sich gegangen, wo die Einwirkung der Luft, durch welche eine gewisse Menge Wasserstoff oxidirt und hinweggenommen wurde, nicht ganz ausgeschlossen war; in der That findet sich die Laubacher Kohle durch ein Basaltlager, durch das sie bedeckt wird, von der Luft so gut wie abgeschlossen; die Kohle von Ringkuhl war von der untersten Schicht des Kohlenlagers genommen, welches eine Mächtigkeit von 90—120 Fuß besitzt.

Bei der Entstehung der Braunkohle haben sich demnach entweder die Elemente der Kohlensäure allein, oder gleichzeitig mit einer gewissen Menge Wasser von den Bestandtheilen des

Holzes getrennt; es ist möglich, daß die höhere Temperatur und Druck, unter welcher die Zersetzung vor sich ging, die Verschiedenheit der Zersetzungsweise bedingte, wenigstens gab ein Stück Holz, welches ganz die Beschaffenheit und das Aussehen der Laubacher Braunkohle besaß, und in diesen Zustand durch mehrwöchentliches Verweilen in dem Kessel einer Dampfmaschine versetzt worden war (in der Maschinenfabrik des Herrn Oberbergraths Henschel in Cassel) eine ganz ähnliche Zusammensetzung.

Die Veränderung ging in Wasser vor sich, was eine Temperatur von 150—160° besaß, und einem entsprechenden Druck ausgesetzt war, und diesem Umstande ist unstreitig auch die höchst geringe Menge Asche zuzuschreiben, die dieses Holz nach dem Verbrennen hinterließ; sie betrug 0,51 p. c., also noch etwas weniger als wie die der Laubacher Braunkohle. Die von Berthier untersuchten Pflanzenaschen hinterlassen ohne Ausnahme eine bei weitem größere Quantität.

Die eigenthümliche Zersetzungsweise der vorweltlichen Vegetabilien, d. h. eine fortschreitende Trennung von Kohlensäure, scheint noch jetzt in großen Tiefen in allen Braunkohlenlagern fortzudauern; es ist zum wenigsten höchst bemerkenswerth, daß vom Meißner in Kurhessen an bis zur Eifel hin, wo diese Lager sehr häufig sind, an eben so vielen Orten Säuerlinge zu Tage kommen. Diese Mineralquellen bilden sich auf dem Platze selbst, wo sie vorkommen, aus süßem Wasser, was aus der Tiefe kommt, und aus Kohlensäuregas, was gewöhnlich von der Seite zuströmt.

In der Nähe der Braunkohlenlager von Salzhausen befand sich vor einigen Jahren ein vortrefflicher Säuerling, welcher von der ganzen Umgegend in Gebrauch genommen war; man beging den Fehler, diese Quelle in Sandstein zu fassen,

mit dem die Seitenöffnungen, aus welchen das Gas strömte, zugemauert wurden. Von diesem Augenblicke an hatte man süßes Quellwasser.

In einer geringen Entfernung von den Braunkohlenlagern von Dorheim entspringt die an Kohlensäure überaus reiche Schwalheimer Mineralquelle, bei welcher Herr Salinendirector Wilhelmi längst beim Ausräumen die Beobachtung gemacht hat, daß sie sich auf dem Platze selbst aus süßem Wasser, was von unten, und kohlensaurem Gas, was von der Seite kommt, bildet. Die nämliche Erfahrung wurde von Herrn Oberbergrath Schapper bei dem berühmten Fachinger Brunnen gemacht.

Das kohlensaure Gas von den Kohlensäurequellen in der Eifel ist nach Bischof nur selten gemengt mit Stickgas und Sauerstoffgas; es ist höchst wahrscheinlich, daß es seinen Ursprung einer ähnlichen Ursache verdankt; die Luft scheint wenigstens nicht den geringsten Antheil an der Bildung derselben in den eigentlichen Säuerlingen zu nehmen; sie kann in der That weder durch eine Verbrennung in niederer, noch in höherer Temperatur gebildet worden sein; denn in diesem Fall würde das kohlensaure Gas auch bei der vollkommensten Verbrennung mit $^4/_5$ Stickgas gemengt sein, allein es enthält keine Spur Stickgas. Die Blasen, welche unabsorbirt durch das Wasser der Mineralquellen in die Höhe steigen, werden bis auf einen unmeßbaren Rückstand von Kalilauge aufgenommen.

Die Dorheimer und Salzhäuser Braunkohle sind offenbar durch eine ähnliche Ursache entstanden, wie die Laubacher, die in der Nähe vorkommen, und da diese genau die Elemente der Holzfaser, minus einer gewissen Quantität Kohlensäure enthalten, so scheint sich aus dieser Zusammensetzung von selbst eine Erklärung zu ergeben.

letzung gewiſſer Organe der Tod herbeigeführt werden kann; ſie laſſen ſich im engern Sinne nicht als Gifte betrachten, da ihre giftige Wirkung von ihrem Zuſtande abhängig iſt.

Die Wirkung der eigentlichen anorganiſchen Gifte beruht in den meiſten Fällen auf der Bildung einer chemiſchen Verbindung des Giftes mit den Beſtandtheilen der Organe, ſie beruht auf einer chemiſchen Verwandtſchaftsäußerung, welche ſtärker iſt, wie die Lebensthätigkeit.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anſchauung zu gelangen, die Wirkung von anorganiſchen Subſtanzen überhaupt, ſo finden wir, daß eine gewiſſe Klaſſe von löslichen Verbindungen, verſchiedenen Theilen des Körpers dargeboten, in das Blut aufgenommen werden, aus welchem ſie wieder durch die Secretionsorgane, verändert oder unverändert abgeſchieden werden.

Jodkalium, Schwefelcyankalium, Blutlaugenſalz, Salpeter, chlorſaures Kali, kieſelſaures Kali und im Allgemeinen Salze mit alkaliſcher Baſis, welche Menſchen und Thieren in verdünnnten Löſungen innerlich oder äußerlich gegeben werden, laſſen ſich im Blute, Schweiße, im Chylus, in der Galle, in den Milzvenen unverändert nachweiſen, ohne Ausnahme werden ſie zuletzt durch die Harnwege aus dem Körper wieder entfernt.

Dieſe Materien bringen, jedes für ſich, eine beſondere Art von Störung in dem Organismus hervor, ſie üben eine mediciniſche Wirkung aus, allein ſie haben in ihrem Wege durch den Organismus keine Zerſetzung erlitten, und wenn ſie die Fähigkeit hatten, eine Verbindung in irgend einem Theile des Körpers einzugehen, ſo war dieſe nicht feſter Art, denn ihr Wiedererſcheinen in dem Harne ſetzt voraus, daß dieſe Verbindung durch die Lebensthätigkeit wieder aufgehoben werden konnte.

Neutrale citronensaure, weinsaure und essigsaure Alkalien werden bei ihrem Wege durch den Organismus verändert, ihre Basen lassen sich zwar in dem Harne nachweisen, allein die Säuren sind völlig verschwunden; an ihrer Stelle finden sich die Basen mit Kohlensäure vereinigt (Gilbert Blane, Wöhler).

Die Verwandlung der genannten pflanzensauren Alkalien in kohlensaure Salze setzt voraus, daß zu ihren Elementen Sauerstoff in bedeutender Menge hinzugetreten ist, denn um z. B. 1 Aeq. essigsaures Kali in kohlensaures zu verwandeln, müssen 8 Aeq. Sauerstoff hinzugeführt werden, von denen 2 oder 4 Aeq. (je nachdem sich neutrales oder saures Salz gebildet hat) in der Verbindung mit dem Alkali bleiben, während die andern 6 oder 4 Aequivalente als freie Kohlensäure austreten.

Wir bemerken nun in dem lebenden Körper, dem man Salze dieser Art mitgetheilt hat, kein Zeichen, daß einer seiner Bestandtheile eine so große Quantität Sauerstoff, als zu ihrer Umwandlung nöthig ist, abgegeben hat, und es bleibt nichts übrig, als diese Oxidation dem Sauerstoff der Luft zuzuschreiben.

Während ihrem Wege durch die Lunge nehmen die Säuren dieser Salze Antheil an dem eigenthümlichen Verwesungsproceß, welcher in diesem Organe vor sich geht, eine gewisse Portion des aufgesaugten Sauerstoffgases tritt an ihre Bestandtheile und verwandelt den Wasserstoff in Wasser, den Kohlenstoff in Kohlensäure. Von der letzteren bleibt eine gewisse Quantität (1 oder 2 Aeq.) vereinigt mit dem Kali zu einem Salze, welches durch Oxidationsprocesse keine weitere Veränderung mehr erfährt, es ist dieses Salz, was durch die Nieren oder die Leber wieder abgeschieden wird.

Es ist evident, daß das Vorhandensein dieser pflanzensauren Salze im Blute eine Aenderung in dem Respirationsprocesse herbeiführen mußte; wären sie nicht gegenwärtig gewesen, so würde der eingeathmete Sauerstoff, wie gewöhnlich, an die Bestandtheile des Blutes getreten sein, ein Theil davon hat sich aber mit den Bestandtheilen des Salzes vereinigt und ist nicht in's Blut übergegangen; die unmittelbare Folge davon muß eine verminderte Erzeugung von arteriellem Blute sein, oder was das nämliche ist, der Respirationsproceß ist verlangsamt worden.

Neutrale citronensaure, weinsaure, essigsaure Alkalien verhalten sich in Berührung mit Luft und mit verwesenden thierischen und vegetabilischen Körpern ganz auf die nämliche Weise wie in der Lunge, sie nehmen Theil an der Verwesung und gehen auf dieselbe Weise wie im lebenden Körper in kohlensaure Salze über; werden ihre wässrigen Lösungen im unreinen Zustande sich selbst überlassen, so verschwinden nach und nach ihre Säuren auf's vollständigste.

Freie Mineral- oder nicht flüchtige Pflanzensäuren, sowie Salze von Mineralsäuren mit alkalischen Basen heben in gewissen Mengen alle Verwesungsprocesse auf, in kleineren Quantitäten wird durch sie der Verwesungsproceß verlangsamt und gehemmt, sie bringen in dem lebenden Körper ähnliche Erscheinungen hervor, wie neutrale pflanzensaure Salze, allein ihre Wirkung hängt von einer andern Ursache ab.

Einer Aufnahme großer Mengen von Mineralsalzen in das Blut, wodurch dem Verwesungsprocesse in der Lunge eine Grenze gesetzt werden könnte, widersetzt sich eine sehr merkwürdige Eigenschaft aller thierischen Membranen, Häute, Zellgewebe, Muskelfaser ꝛc.

Diese Eigenschaft besteht darin, daß sie unfähig sind, von

starken Salzauflösungen durchdrungen zu werden, nur bei einem gewissen Grade der Verbindung mit Wasser werden sie davon aufgenommen.

Eine trockne Blase bleibt in gesättigten Lösungen von Kochsalz, Salpeter, Blutlaugensalz, Schwefelcyankalium, Bittersalz, Chlorkalium, Glaubersalz, mehr oder weniger trocken, diese Flüssigkeiten fließen davon ab, wie Wasser von einer mit Fett bestrichenen Glasplatte.

Bestreuen wir frisches Fleisch mit Kochsalz, so schwimmt nach 24 Stunden das Fleisch in einer Salzlake, obwohl kein Tropfen Wasser zugesetzt wurde.

Dieses Wasser stammt von der Muskelfaser, dem Zellgewebe her; mit Kochsalz zusammengebracht, bildet sich an den Berührungsflächen eine mehr oder weniger concentrirte Salzauflösung, das Salz verbindet sich mit dem eingeschlossenen Wasser und letzteres verliert hierdurch seine Fähigkeit, thierische Theile zu durchdringen, es trennt sich von dem Fleische; es bleibt in diesem nur Wasser von einem bestimmten, verhältnißmäßig kleinen Salzgehalte zurück, in einem Grade der Verdünnung, in welchem es absorbirbar ist von thierischen Theilen.

Im gewöhnlichen Leben benutzt man diese Eigenschaft, um den Wassergehalt von Theilen von Thieren, ähnlich wie durch Austrocknen, auf eine Quantität zurückzuführen, wo er aufhört, eine Bedingung zur Fäulniß abzugeben. Nur bei einem gewissen Wassergehalte können sie in Fäulniß übergehen.

Der Alkohol verhält sich in dieser physikalischen Eigenschaft ganz ähnlich den Mineralsalzen, er ist unfähig, thierische Substanzen zu befeuchten d. h. zu durchdringen, und er entzieht deshalb den wasserhaltigen das Wasser, zu dem er Verwandtschaft besitzt.

Bringen wir Salzlösungen in den Magen, so werden sie

letzung gewiſſer Organe der Tod herbeigeführt werden kann; ſie laſſen ſich im engern Sinne nicht als Gifte betrachten, da ihre giftige Wirkung von ihrem Zuſtande abhängig iſt.

Die Wirkung der eigentlichen anorganiſchen Gifte beruht in den meiſten Fällen auf der Bildung einer chemiſchen Verbindung des Giftes mit den Beſtandtheilen der Organe, ſie beruht auf einer chemiſchen Verwandtſchaftsäußerung, welche ſtärker iſt, wie die Lebensthätigkeit.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anſchauung zu gelangen, die Wirkung von anorganiſchen Subſtanzen überhaupt, ſo finden wir, daß eine gewiſſe Klaſſe von löslichen Verbindungen, verſchiedenen Theilen des Körpers dargeboten, in das Blut aufgenommen werden, aus welchem ſie wieder durch die Secretionsorgane, verändert oder unverändert abgeſchieden werden.

Jodkalium, Schwefelcyankalium, Blutlaugenſalz, Salpeter, chlorſaures Kali, kieſelſaures Kali und im Allgemeinen Salze mit alkaliſcher Baſis, welche Menſchen und Thieren in verdünnnten Löſungen innerlich oder äußerlich gegeben werden, laſſen ſich im Blute, Schweiße, im Chylus, in der Galle, in den Milzvenen unverändert nachweiſen, ohne Ausnahme werden ſie zuletzt durch die Harnwege aus dem Körper wieder entfernt.

Dieſe Materien bringen, jedes für ſich, eine beſondere Art von Störung in dem Organismus hervor, ſie üben eine mediciniſche Wirkung aus, allein ſie haben in ihrem Wege durch den Organismus keine Zerſetzung erlitten, und wenn ſie die Fähigkeit hatten, eine Verbindung in irgend einem Theile des Körpers einzugehen, ſo war dieſe nicht feſter Art, denn ihr Wiedererſcheinen in dem Harne ſetzt voraus, daß dieſe Verbindung durch die Lebensthätigkeit wieder aufgehoben werden konnte.

Neutrale citronensaure, weinsaure und essigsaure Alkalien werden bei ihrem Wege durch den Organismus verändert, ihre Basen lassen sich zwar in dem Harne nachweisen, allein die Säuren sind völlig verschwunden; an ihrer Stelle finden sich die Basen mit Kohlensäure vereinigt (Gilbert Blane, Wöhler).

Die Verwandlung der genannten pflanzensauren Alkalien in kohlensaure Salze setzt voraus, daß zu ihren Elementen Sauerstoff in bedeutender Menge hinzugetreten ist, denn um z. B. 1 Aeq. essigsaures Kali in kohlensaures zu verwandeln, müssen 8 Aeq. Sauerstoff hinzugeführt werden, von denen 2 oder 4 Aeq. (je nachdem sich neutrales oder saures Salz gebildet hat) in der Verbindung mit dem Alkali bleiben, während die andern 6 oder 4 Aequivalente als freie Kohlensäure austreten.

Wir bemerken nun in dem lebenden Körper, dem man Salze dieser Art mitgetheilt hat, kein Zeichen, daß einer seiner Bestandtheile eine so große Quantität Sauerstoff, als zu ihrer Umwandlung nöthig ist, abgegeben hat, und es bleibt nichts übrig, als diese Oxidation dem Sauerstoff der Luft zuzuschreiben.

Während ihrem Wege durch die Lunge nehmen die Säuren dieser Salze Antheil an dem eigenthümlichen Verwesungsproceß, welcher in diesem Organe vor sich geht, eine gewisse Portion des aufgesaugten Sauerstoffgases tritt an ihre Bestandtheile und verwandelt den Wasserstoff in Wasser, den Kohlenstoff in Kohlensäure. Von der letzteren bleibt eine gewisse Quantität (1 oder 2 Aeq.) vereinigt mit dem Kali zu einem Salze, welches durch Oxidationsproceße keine weitere Veränderung mehr erfährt, es ist dieses Salz, was durch die Nieren oder die Leber wieder abgeschieden wird.

Es ist evident, daß das Vorhandensein dieser pflanzensauren Salze im Blute eine Aenderung in dem Respirationsprocesse herbeiführen mußte; wären sie nicht gegenwärtig gewesen, so würde der eingeathmete Sauerstoff, wie gewöhnlich, an die Bestandtheile des Blutes getreten sein, ein Theil davon hat sich aber mit den Bestandtheilen des Salzes vereinigt und ist nicht in's Blut übergegangen; die unmittelbare Folge davon muß eine verminderte Erzeugung von arteriellem Blute sein, oder was das nämliche ist, der Respirationsproceß ist verlangsamt worden.

Neutrale citronensaure, weinsaure, essigsaure Alkalien verhalten sich in Berührung mit Luft und mit verwesenden thierischen und vegetabilischen Körpern ganz auf die nämliche Weise wie in der Lunge, sie nehmen Theil an der Verwesung und gehen auf dieselbe Weise wie im lebenden Körper in kohlensaure Salze über; werden ihre wässrigen Lösungen im unreinen Zustande sich selbst überlassen, so verschwinden nach und nach ihre Säuren auf's vollständigste.

Freie Mineral- oder nicht flüchtige Pflanzensäuren, sowie Salze von Mineralsäuren mit alkalischen Basen heben in gewissen Mengen alle Verwesungsprocesse auf, in kleineren Quantitäten wird durch sie der Verwesungsproceß verlangsamt und gehemmt, sie bringen in dem lebenden Körper ähnliche Erscheinungen hervor, wie neutrale pflanzensaure Salze, allein ihre Wirkung hängt von einer andern Ursache ab.

Einer Aufnahme großer Mengen von Mineralsalzen in das Blut, wodurch dem Verwesungsprocesse in der Lunge eine Grenze gesetzt werden könnte, widersetzt sich eine sehr merkwürdige Eigenschaft aller thierischen Membranen, Häute, Zellgewebe, Muskelfaser ꝛc.

Diese Eigenschaft besteht darin, daß sie unfähig sind, von

starken Salzauflösungen durchdrungen zu werden, nur bei einem gewissen Grade der Verbindung mit Wasser werden sie davon aufgenommen.

Eine trockne Blase bleibt in gesättigten Lösungen von Kochsalz, Salpeter, Blutlaugensalz, Schwefelcyankalium, Bittersalz, Chlorkalium, Glaubersalz, mehr oder weniger trocken, diese Flüssigkeiten fließen davon ab, wie Wasser von einer mit Fett bestrichenen Glasplatte.

Bestreuen wir frisches Fleisch mit Kochsalz, so schwimmt nach 24 Stunden das Fleisch in einer Salzlake, obwohl kein Tropfen Wasser zugesetzt wurde.

Dieses Wasser stammt von der Muskelfaser, dem Zellgewebe her; mit Kochsalz zusammengebracht, bildet sich an den Berührungsflächen eine mehr oder weniger concentrirte Salzauflösung, das Salz verbindet sich mit dem eingeschlossenen Wasser und letzteres verliert hierdurch seine Fähigkeit, thierische Theile zu durchdringen, es trennt sich von dem Fleische; es bleibt in diesem nur Wasser von einem bestimmten, verhältnißmäßig kleinen Salzgehalte zurück, in einem Grade der Verdünnung, in welchem es absorbirbar ist von thierischen Theilen.

Im gewöhnlichen Leben benutzt man diese Eigenschaft, um den Wassergehalt von Theilen von Thieren, ähnlich wie durch Austrocknen, auf eine Quantität zurückzuführen, wo er aufhört, eine Bedingung zur Fäulniß abzugeben. Nur bei einem gewissen Wassergehalte können sie in Fäulniß übergehen.

Der Alkohol verhält sich in dieser physikalischen Eigenschaft ganz ähnlich den Mineralsalzen, er ist unfähig, thierische Substanzen zu befeuchten d. h. zu durchdringen, und er entzieht deshalb den wasserhaltigen das Wasser, zu dem er Verwandtschaft besitzt.

Bringen wir Salzlösungen in den Magen, so werden sie

bei einem gewissen Grade der Verdünnung absorbirt, im concentrirten Zustande wirken sie grade umgekehrt, sie entziehen dem Organe Wasser, es entsteht heftiger Durst, es entsteht in dem Magen selbst ein Austausch von Wasser und Salz, der Magen giebt Wasser ab, ein Theil der Salzlösung wird in verdünntem Zustande von ihm aufgenommen, der größere Theil der concentrirten Salzlösung bleibt unabsorbirt, sie wird nicht durch die Harnwege entfernt, sondern sie gelangt in die Eingeweide und den Darmcanal, und verursachen dort eine Verdünnung der abgelagerten festen Stoffe, sie purgiren.

Jedes von diesen Salzen besitzt neben der allgemeinen purgirenden Wirkung, welche abhängig ist von einer physikalischen Eigenschaft, die sie gemein haben, noch besondere medicinische Wirkungen, eben weil jeder Theil des Organismus, den sie berühren, diejenige Quantität davon aufnimmt, die überhaupt davon absorbirbar ist.

Mit der purgirenden Wirkung haben die Bestandtheile dieser Salze nicht das Geringste zu thun, denn es ist vollkommen gleichgültig für die Wirkung (nicht für die Stärke derselben), ob die Basis Kali oder Natron, in vielen Fällen Kali oder Bittererde und die Säure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure ꝛc. ist.

Außer diesen Salzen, deren Wirkung auf den Organismus nicht abhängig ist von ihrer Fähigkeit Verbindungen einzugehen, giebt es eine große Klasse von anderen, welche, in den lebenden Körper gebracht, Aenderungen ganz anderer Art bewirken, welche in mehr oder weniger großen Gaben Krankheiten oder Tod zur Folge haben, ohne daß man eine eigentliche Zerstörung von Organen wahrnimmt.

Es sind dieß die eigentlichen anorganischen Gifte, deren Wirkung auf ihrer Fähigkeit beruht, feste Verbindungen mit

der Subſtanz der Membranen, Häute, Muskelfaſer einzugehen.

Hierher gehören Eiſenoxidſalze, Bleiſalze, Wismuthſalze, Kupfer — Queckſilberſalze ꝛc.

Bringen wir Auflöſungen davon mit Eiweiß, mit Milch, Muskelfaſer, thieriſchen Membranen, in hinreichender Menge, zuſammen, ſo gehen ſie damit eine Verbindung ein und verlieren ihre Löslichkeit. Das Waſſer, worin ſie gelöſ't ſind, verliert ſeinen ganzen Gehalt an dieſen Salzen.

Während die Salze mit alkaliſcher Baſis thieriſchen Theilen das Waſſer entziehen, verbinden ſich gerade umgekehrt die Salze der ſchweren Metalloxide mit den thieriſchen Stoffen; die letzteren entziehen ſie dem Waſſer.

Wenn wir die genannten Subſtanzen einem Thiere im lebenden Zuſtande beibringen, ſo werden ſie von den Häuten, Membranen, dem Zellgewebe, der Muskelfaſer aufgenommen, ſie verlieren ihre Löslichkeit, indem ſie damit in Verbindung treten; nur in ſeltenen Fällen können ſie demnach ins Blut gelangen. Nach allen damit angeſtellten Verſuchen ſind ſie im Harne nicht nachweisbar, eben weil ſie bei ihrem Wege durch den Organismus mit einer Menge von Stoffen in Berührung kommen, die ſie zurückhalten.

Durch das Hinzutreten dieſer Körper zu gewiſſen Organen oder Beſtandtheilen von Organen müſſen ihre Functionen eine Störung erleiden; ſie müſſen eine anormale Richtung erhalten, die ſich in Krankheitserſcheinungen zu erkennen giebt.

Die Wirkungsweiſe des Sublimats und der arſenigen Säure ſind in dieſer Beziehung beſonders merkwürdig. Man weiß, daß beide im höchſten Grade die Fähigkeit haben, Verbindungen mit allen Theilen von thieriſchen und vegetabiliſchen Körpern einzugehen, und daß dieſe dadurch den Character der

ſilber geht durch die gewöhnlichen Wege wieder aus dem Körper. Die Löslichkeit, die Fähigkeit alſo, einer jeden Bewegung zu folgen, iſt in dem menſchlichen Körper eine Bedingung zu jeder Wirkſamkeit.

Von den löslichen Bleiſalzen wiſſen wir, daß ſie alle Eigenſchaften der Silber- und Queckſilberſalze theilen; allein alle Verbindungen des Bleioxids mit organiſchen Stoffen ſind zerlegbar durch verdünnte Schwefelſäure. Man weiß, daß die Bleikolik in allen Bleiweißfabriken unbekannt iſt, wo die Arbeiter gewöhnt ſind, täglich als Präſervativ und Gegenmittel ſogenannte Schwefelſäure-Limonade (Zuckerwaſſer mit Schwefelſäure angeſäuert) zu ſich zu nehmen.

Die organiſchen Materien, welche ſich im lebenden Körper mit Metalloxiden oder Metallſalzen verbunden haben, verlieren ihre Fähigkeit, Waſſer aufzuſaugen und zurückzuhalten, ohne damit die Eigenſchaft einzubüßen, Flüſſigkeiten durch ihre Poren durchzulaſſen. Eine ſtarke Zuſammenziehung, Schwinden der Oberflächen iſt die Folge der Berührung mit dieſen Körpern.

Eine beſondere Eigenſchaft beſitzt noch überdieß der Sublimat und manche Bleiſalze, indem ſie bei vorherrſchenden Mengen die zuerſt gebildeten unlöslichen Verbindungen aufzulöſen vermögen, wodurch das Gegentheil von Contraction, nämlich eine Verflüſſigung des vergifteten Organs, herbeigeführt wird.

Kupferoxidſalze werden ſelbſt in Verbindung mit den ſtärkſten Säuren durch viele vegetabliſche Subſtanzen, namentlich durch Zucker und Honig, in Metall oder in Oxidul reducirt, in Materien, denen die Fähigkeit abgeht, ſich mit thieriſchen Stoffen zu verbinden; ſie ſind als die zweckmäßigſten Gegenmittel ſeit Langem ſchon in Anwendung gekommen.

Was die giftigen Wirkungen der Blauſäure, der organiſchen Baſen, des Strychnins, Brucins ꝛc. betrifft, ſo

kennen wir keine Thatsachen, welche geeignet wären, zu einer bestimmten Ansicht zu führen; allein es läßt sich mit positiver Gewißheit voraussehen, daß Versuche über ihr chemisches Verhalten zu thierischen Substanzen sehr bald die genügendsten Aufschlüsse über die Ursache ihrer Wirksamkeit geben werden.

Eine ganz besondere Art von Stoffen, welche durch Zersetzungsprocesse eigenthümlicher Art erzeugbar sind, wirken auf den lebenden Organismus als tödtliche Gifte, nicht durch ihre Fähigkeit, eine Verbindung einzugehen, eben so wenig weil sie einen giftigen Stoff enthalten, sondern durch den Zustand, in dem sie sich befinden.

Um eine klare Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Körper zu haben, ist es nöthig, sich an die Ursache zu erinnern, welche die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung bedingt.

In der einfachsten Form läßt sich diese Ursache durch folgenden Grundsatz ausdrücken, welcher von La Place und Berthollet seit Langem aufgestellt, für chemische Erscheinungen aber erst in der neueren Zeit bewiesen wurde. »»Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molécule) kann seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen, welches sich in Berührung damit befindet.««

Es ist dieß ein Gesetz der Dynamik, beweisbar für alle Fälle, wo der Widerstand (die Kraft, Verwandtschaft, Cohäsion), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Wir wissen, daß das Ferment, die Hefe, ein Körper ist, der sich im Zustande der Zersetzung, dessen Atome sich im Zustande der Umsetzung, der Bewegung befinden; mit Zucker und Wasser in Berührung überträgt sich der Zustand, worin sich die

Das Atomgewicht des Eiweißstoffs im Ei und im Blut ergiebt sich aus seinen Verbindungen mit Silberoxid zu 7447, das der Leimsubstanz (thierischen Gallerte) wird durch die Zahl 5652 ausgedrückt.

Auf eine ähnliche Weise mit ihrem ganzen Wassergehalte, den sie im lebenden Körper haben, berechnet, gehen 100 Gran Eiweiß eine Verbindung ein mit 1¼ Gran arseniger Säure.

Diese Verhältnisse, die man als Maxima betrachten kann, zeigen in den außerordentlich hohen Atomgewichten der organischen Substanzen von selbst, in welch kleinen Dosen Körper, wie Sublimat und arsenige Säure, tödtliche Wirkungen haben können.

Alle Materien, welche als Gegenmittel in Vergiftungsfällen gegeben werden, wirken ausschließlich nur dadurch, daß sie dem Arsenik und Sublimat den ursprünglichen Character nehmen, durch den sie als Gift wirken, die Fähigkeit also, sich mit thierischen Materien zu verbinden. Leider werden sie in dieser Fähigkeit von keinem andern Körper übertroffen; die Verbindungen, die sie eingegangen haben, können nur durch gewaltsame, auf den lebenden Körper nicht minder schädlich wirkende Verwandtschaften aufgehoben werden. Die Kunst des Arztes muß sich deßhalb begnügen, denjenigen Theil dieser Gifte, der noch unverbunden und frei vorhanden ist, eine Verbindung mit einem andern Körper eingehen zu machen, welche unverdaubar, unzersetzbar ist unter gegebenen Bedingungen, und in dieser Hinsicht ist das Eisenoxidhydrat von unschätzbarem Werthe.

Wenn sich die Wirkung des Sublimates und Arsens nur auf die Oberfläche der Organe beschränkt, so stirbt nur derjenige Theil derselben ab, welcher eine Verbindung damit eingegangen ist; es entsteht ein Schorf, der nach und nach abgestoßen wird.

Sicher würden die löslichen Silbersalze nicht minder tödtlich wirken wie Sublimat, wenn im menschlichen Körper nicht eine Ursache vorhanden wäre, welche bei nicht überwiegenden Mengen ihre Wirkung aufhebt.

Diese Ursache ist der in allen Flüssigkeiten vorwaltende Kochsalzgehalt. Man weiß, daß salpetersaures Silberoxid sich wie Sublimat mit thierischen Theilen verbindet, und daß diese Verbindungen einen vollkommen gleichen Character haben: sie werden unfähig zu faulen und zu verwesen.

Salpetersaures Silberoxid, auf die Haut, mit Muskelfaser ꝛc. zusammengebracht, vereinigt sich im aufgelöstem Zustande augenblicklich damit; thierische Materien in Flüssigkeiten bilden damit unlösliche Verbindungen; sie werden, wie man sagt, coagulirt.

Die entstandenen Verbindungen sind farblos, unzersetzbar durch andere kräftige chemische Agentien; sie werden an dem Lichte wie alle Silberverbindungen schwarz, indem durch den Einfluß des Lichtes ein Theil des Silberoxids zu Metall reducirt wird; die Materien im Körper, welche sich mit dem Silbersalze vereinigt haben, gehören dem lebenden Körper nicht mehr an, ihrer Lebensfunction ist durch ihre Verbindung mit Silberoxid eine Grenze gesetzt; wenn sie reproducirbar sind, so stößt sie der lebende Theil in der Form eines Schorfs ab.

Bringen wir salpetersaures Silberoxid in den Magen, so wird es augenblicklich, wenn seine Menge nicht zu groß ist, von dem Kochsalz oder der freien Salzsäure in Chlorsilber, in eine Materie verwandelt, die in reinem Wasser absolut unlöslich ist.

In Kochsalzlösung oder Salzsäure löst sich das Chlorsilber, wiewohl in außerordentlich geringer Menge, auf; es ist dieser Theil, welcher die Wirkung ausübt; alles übrige Chlor-

des Magens z. B., durch seine wunderbare Fähigkeit, alle einer Metamorphose fähigen, organischen Stoffe bestimmt werden, neue Formen anzunehmen, während er ihre Elemente zwingt, zu einer und der nämlichen Substanz zusammenzutreten, welche bestimmt ist zur Blutbildung, fehlt dem Blute alle Fähigkeit, Metamorphosen zu bewirken; sein Hauptcharacter ist es grade, sich zu Metamorphosen zu eignen. Keine andere Materie kann in dieser Beziehung mit dem Blute verglichen werden.

Wir wissen nun, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnsubstanz, Galle, faulender Eiter ꝛc. auf frische Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und, nach längerer oder kürzerer Zeit, den Tod bewirken.

Es ist eine nicht minder bekannte Erfahrung, daß Leichen auf anatomischen Theatern häufig in einen Zustand der Zersetzung übergehen, der sich dem Blute im lebenden Körper mittheilt; die kleinste Verwundung mit Messern, die zur Section gedient haben, bringt einen lebensgefährlichen Krankheitszustand hervor.

Das Wurstgift, eins der furchtbarsten Gifte, gehört zur Klasse dieser in Zersetzung begriffenen Körper.

Man kennt bis jetzt mehrere hundert Fälle, wo der Tod durch den Genuß verdorbener Würste verursacht wurde.

Vergiftungsfälle dieser Art kommen namentlich in Würtemberg vor, wo man gewohnt ist, die Würste aus höchst verschiedenartigen Materien zu bereiten.

Blut, Leber, Speck, Gehirn, Kuhmilch, Mehl und Brod werden mit Salz und Gewürzen zusammengemengt, in Blasen oder Gedärmen gefüllt, gekocht und geräuchert.

Bei guter Zubereitung halten sich diese Würste Monate lang und geben ein gesundes wohlschmeckendes Nahrungsmittel ab, beim Mangel an Gewürzen und Salz, und namentlich bei

kennen wir keine Thatsachen, welche geeignet wären, zu einer bestimmten Ansicht zu führen; allein es läßt sich mit positiver Gewißheit voraussehen, daß Versuche über ihr chemisches Verhalten zu thierischen Substanzen sehr bald die genügendsten Aufschlüsse über die Ursache ihrer Wirksamkeit geben werden.

Eine ganz besondere Art von Stoffen, welche durch Zersetzungsprocesse eigenthümlicher Art erzeugbar sind, wirken auf den lebenden Organismus als tödtliche Gifte, nicht durch ihre Fähigkeit, eine Verbindung einzugehen, eben so wenig weil sie einen giftigen Stoff enthalten, sondern durch den Zustand, in dem sie sich befinden.

Um eine klare Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Körper zu haben, ist es nöthig, sich an die Ursache zu erinnern, welche die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung bedingt.

In der einfachsten Form läßt sich diese Ursache durch folgenden Grundsatz ausdrücken, welcher von La Place und Berthollet seit Langem aufgestellt, für chemische Erscheinungen aber erst in der neueren Zeit bewiesen wurde. »»Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molécule) kann seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen, welches sich in Berührung damit befindet.««

Es ist dieß ein Gesetz der Dynamik, beweisbar für alle Fälle, wo der Widerstand (die Kraft, Verwandtschaft, Cohäsion), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Wir wissen, daß das Ferment, die Hefe, ein Körper ist, der sich im Zustande der Zersetzung, dessen Atome sich im Zustande der Umsetzung, der Bewegung befinden; mit Zucker und Wasser in Berührung überträgt sich der Zustand, worin sich die

silber geht durch die gewöhnlichen Wege wieder aus dem Körper. Die Löslichkeit, die Fähigkeit also, einer jeden Bewegung zu folgen, ist in dem menschlichen Körper eine Bedingung zu jeder Wirksamkeit.

Von den löslichen Bleisalzen wissen wir, daß sie alle Eigenschaften der Silber- und Queckſilbersalze theilen; allein alle Verbindungen des Bleioxids mit organischen Stoffen sind zerlegbar durch verdünnte Schwefelsäure. Man weiß, daß die Bleikolik in allen Bleiweißfabriken unbekannt ist, wo die Arbeiter gewöhnt sind, täglich als Präservativ und Gegenmittel sogenannte Schwefelsäure-Limonade (Zuckerwasser mit Schwefelsäure angesäuert) zu sich zu nehmen.

Die organischen Materien, welche sich im lebenden Körper mit Metalloxiden oder Metallsalzen verbunden haben, verlieren ihre Fähigkeit, Wasser aufzusaugen und zurückzuhalten, ohne damit die Eigenschaft einzubüßen, Flüssigkeiten durch ihre Poren durchzulassen. Eine starke Zusammenziehung, Schwinden der Oberflächen ist die Folge der Berührung mit diesen Körpern.

Eine besondere Eigenschaft besitzt noch überdieß der Sublimat und manche Bleisalze, indem sie bei vorherrschenden Mengen die zuerst gebildeten unlöslichen Verbindungen aufzulösen vermögen, wodurch das Gegentheil von Contraction, nämlich eine Verflüssigung des vergifteten Organs, herbeigeführt wird.

Kupferoxidsalze werden selbst in Verbindung mit den stärksten Säuren durch viele vegetabilische Substanzen, namentlich durch Zucker und Honig, in Metall oder in Oxidul reducirt, in Materien, denen die Fähigkeit abgeht, sich mit thierischen Stoffen zu verbinden; sie sind als die zweckmäßigsten Gegenmittel seit Langem schon in Anwendung gekommen.

Was die giftigen Wirkungen der Blausäure, der organischen Basen, des Strychnins, Brucins ꝛc. betrifft, so

kennen wir keine Thatsachen, welche geeignet wären, zu einer bestimmten Ansicht zu führen; allein es läßt sich mit positiver Gewißheit voraussehen, daß Versuche über ihr chemisches Verhalten zu thierischen Substanzen sehr bald die genügendsten Aufschlüsse über die Ursache ihrer Wirksamkeit geben werden.

Eine ganz besondere Art von Stoffen, welche durch Zersetzungsprocesse eigenthümlicher Art erzeugbar sind, wirken auf den lebenden Organismus als tödtliche Gifte, nicht durch ihre Fähigkeit, eine Verbindung einzugehen, eben so wenig weil sie einen giftigen Stoff enthalten, sondern durch den Zustand, in dem sie sich befinden.

Um eine klare Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Körper zu haben, ist es nöthig, sich an die Ursache zu erinnern, welche die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung bedingt.

In der einfachsten Form läßt sich diese Ursache durch folgenden Grundsatz ausdrücken, welcher von La Place und Berthollet seit Langem aufgestellt, für chemische Erscheinungen aber erst in der neueren Zeit bewiesen wurde. »»Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molécule) kann seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen, welches sich in Berührung damit befindet.««

Es ist dieß ein Gesetz der Dynamik, beweisbar für alle Fälle, wo der Widerstand (die Kraft, Verwandtschaft, Cohäsion), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Wir wissen, daß das Ferment, die Hefe, ein Körper ist, der sich im Zustande der Zersetzung, dessen Atome sich im Zustande der Umsetzung, der Bewegung befinden; mit Zucker und Wasser in Berührung überträgt sich der Zustand, worin sich die

Atome der Hefe befinden, den Elementen des Zuckers; die letzteren ordnen sich zu zwei neuen einfacheren Verbindungen, zu Kohlensäure und Alkohol. Es sind dieß Verbindungen, in denen die Bestandtheile mit einer weit größeren Kraft zusammengehalten sind, wie im Zucker, mit einer Kraft, die sich einer weiteren Formänderung durch die nämliche Ursache entgegensetzt.

Wir wissen ferner, daß der nämliche Zucker durch andere Materien, deren Zustand der Zersetzung ein anderer ist, wie z. B. der, worin sich die Theilchen der Hefe befinden, durch Lab oder durch die faulenden Bestandtheile von Pflanzensäften, durch Mittheilung also einer verschiedenen Bewegung, daß seine Elemente sich alsdann zu andern Producten umsetzen; wir erhalten keinen Alkohol und keine Kohlensäure, sondern Milchsäure, Mannit und Gummi.

Es ist ferner auseinandergesetzt worden, daß Hefe, zu reiner Zuckerlösung gesetzt, nach und nach völlig verschwindet, daß aber in einem Pflanzensaft, worin sich Kleber befindet, der Kleber zersetzt und in der Form von Hefe abgeschieden wird.

Die Hefe, womit man die Flüssigkeit in Gährung versetzte, sie selbst ist ursprünglich Kleber gewesen.

Die Umwandlung des Klebers in Hefe war in diesem Falle abhängig von dem in Zersetzung übergegangenen (gährenden) Zucker; denn wenn derselbe vollständig verschwunden ist, und es ist noch Kleber frei in der Flüssigkeit vorhanden, so erleidet dieser in Berührung mit der abgeschiedenen Hefe keine weitere Veränderung, er behält seinen Character als Kleber.

Die Hefe ist ein Product der Zersetzung des Klebers, welche bei Gegenwart von Wasser in jedem Zeitmomente einem zweiten Stadium der Zersetzung entgegengeht.

Durch diesen letzteren Zustand ist sie fähig, frisches Zucker-

wasser wieder in Gährung zu bringen, und wenn das Zuckerwasser Kleber enthält (Bierwürze z. B. ist), so erzeugt sich in Folge der Umsetzung der Elemente des Zuckers wieder Hefe.

Von einer Reproduction der Hefe, ähnlich wie Samen aus Samen, kann nach dieser Auseinandersetzung keine Rede sein.

Es geht aus diesen Thatsachen hervor, daß ein in Zersetzung begriffener Körper, wir wollen ihn Erreger nennen, in einer gemischten Flüssigkeit, die seine Bestandtheile enthält, sich auf eine ähnliche Weise wiedererzeugen kann, wie Ferment in einem kleberhaltigen Pflanzensafte. Dieß muß um so sicherer stattfinden, wenn unter den Bestandtheilen der gemischten Flüssigkeit sich derjenige befindet, aus welchem der Erreger ursprünglich entstanden ist.

Es ist ferner klar, daß, wenn der Erreger nur einem einzigen Bestandtheil der gemischten Flüssigkeit seinen eignen Zustand der Metamorphose zu übertragen vermag, so wird er in Folge der vorgehenden Zersetzung dieses einen Körpers wieder erzeugbar sein.

Wenden wir diese Grundsätze auf organische Materien, auf Theile von thierischen Organismen an, so wissen wir, daß alle ihre Bestandtheile aus dem Blute stammen; wir erkennen in dem Blute seiner Beschaffenheit und seinen Bestandtheilen nach die zusammengesetzteste aller existirenden Materien.

Die Natur hat das Blut zur Reproduction eines jeden einzelnen Theiles des Organismus eingerichtet; sein Hauptcharacter ist gerade der, daß sich seine Bestandtheile einer jeden Anziehung unterordnen; sie sind in einem beständigen Zustande des Stoffwechsels begriffen, von Metamorphosen, die durch die Einwirkung verschiedener Organe auf die mannigfaltigste Weise bedingt werden.

Während durch die einzelnen Organe, durch die Thätigkeit

eine Veränderung im Blute, in Folge welcher ſich aus ſeinen Beſtandtheilen wieder Blatterngift erzeugt. Dieſer Metamorphoſe wird erſt durch die gänzliche Verwandlung aller der Zerſetzung fähigen Blutbeilchen eine Grenze geſetzt. Durch den Contact der Oxalſäure mit Oxamid entſteht Oxalſäure, welche auf neues Oxamid die nämliche Wirkung ausübt. Nur die begrenzte Menge des Oxamids ſetzt dieſer Metamorphoſe eine Grenze. Der Form nach gehören beide Metamorphoſen in einerlei Klaſſe; aber nur ein befangenes Auge wird dieſem Vorgang, obwohl er ein ſcharfer Ausdruck des gegebenen Begriffs vom Leben iſt, eine lebendige Thätigkeit unterlegen; es iſt ein chemiſcher Proceß, abhängig von den gewöhnlichen chemiſchen Kräften.

Der Begriff von Leben ſchließt neben Reproduction noch einen andern ein, nämlich den Begriff von Thätigkeit durch eine beſtimmte Form, das Entſtehen und Erzeugen in einer beſtimmten Form. Man wird im Stande ſein, die Beſtandtheile der Muskelfaſer, der Haut, der Haare ꝛc. durch chemiſche Kräfte hervorzubringen; allein kein Haar, keine Muskelfaſer, keine Zelle kann durch ſie gebildet werden. Die Hervorbringung von Organen, das Zuſammenwirken eines Apparates von Organen, ihre Fähigkeit aus den dargebotenen Nahrungsſtoffen, nicht nur ihre eigenen Beſtandtheile, ſondern ſich ſelbſt der Form, Beſchaffenheit und mit allen ihren Eigenſchaften wieder zu erzeugen, dieß iſt der Character des organiſchen Lebens, dieſe Form der Reproduction iſt unabhängig von den chemiſchen Kräften.

Die chemiſchen Kräfte ſind der unanſchaubaren Urſache, durch welche dieſe Form bedingt wird, unterthan; ſie ſelbſt, dieſe Urſache, wir haben nur Kenntniß von ihrer Exiſtenz durch die eigenthümlichen Erſcheinungen, die ſie hervorbringt; wir

erforschen ihre Gesetze wie die der anderen Ursachen, welche Bewegung und Veränderungen bewirken.

Die chemischen Kräfte sind die Diener dieser Ursache, sowie sie Diener der Electricität, der Wärme, einer mechanischen Bewegung, des Stoßes, der Reibung sind; sie erleiden durch diese letzteren eine Aenderung in der Richtung, eine Steigerung, eine Verminderung in ihrer Intensität, eine völlige Aufhebung, eine vollkommene Umkehrung ihrer Wirksamkeit.

Es ist dieser Einfluß und kein anderer, den die Lebenskraft auf die chemischen Kräfte ausübt; aber überall, wo Verbindung und Trennung vor sich geht, ist chemische Verwandtschaft und Cohäsion in Thätigkeit.

Wir kennen die Lebenskraft nur durch die eigenthümliche Form ihrer Werkzeuge, durch Organe, die ihre Träger sind; welche Art von Thätigkeit eine Materie auch zeigen mag, wenn sie formlos ist und wir keine Organe beobachten, von denen der Impuls der Bewegung oder Aenderung ausgeht, so lebt sie nicht; ihre Thätigkeit ist alsdann eine chemische Action, an welcher Licht, Wärme, Electricität, oder was sonst darauf Einfluß hat, Antheil nehmen, die sie steigern, vermindern oder eine Grenze setzen, allein ohne die Bedinger der Action zu sein.

In dieser Art und Weise beherrscht die Lebenskraft in dem lebendigen Körper die chemischen Kräfte; Alles, was wir Nahrungsmittel nennen, alle Stoffe, die in dem Organismus daraus gebildet werden, sind chemische Verbindungen, in denen also von der Lebenskraft, um zu Bestandtheilen des Organismus zu werden, kein anderer Widerstand als die chemischen Kräfte zu überwinden sind, durch welche ihre Bestandtheile zusammengehalten werden; besäßen sie, die Nahrungsmittel, ein eigenthümliches Leben, so würde dieses mit den chemischen Kräften

werden kann, ohne daß diese die Ursache der Wirkung aufnehmen; denn eine Thätigkeit oder Kraft läßt sich in einer Flüssigkeit nicht aufbewahren.

Sie üben eine Wirkung auf den Organismus aus, insofern dem Magen, demjenigen Theile, der damit in Berührung kam, die Fähigkeit abgeht, der Zersetzung, in welcher sich ihre Bestandtheile befinden, eine Grenze zu setzen; gelangen sie in irgend einer Weise mit ihrer ganzen Thätigkeit in das Blut, so überträgt sich ihre eigene Action auf die Bestandtheile des Blutes.

Das Wurstgift wird durch den Magen, nicht wie das Blatterngift und andere, zerstört; alles der Fäulniß Fähige im Körper geht in der Krankheit nach und nach in Zersetzung über, und nach erfolgtem Tode bleibt nichts wie Fett, Sehnen und Knochen, Substanzen, die unter gegebenen Bedingungen keiner Fäulniß fähig sind.

Es ist unmöglich, sich über die Wirkungsweise dieser Körper zu täuschen, denn es ist eine durch Colin völlig bewiesene Thatsache, daß faulendes Muskelfleisch, faulender Urin, Käse, Gehirnsubstanz ꝛc., daß diese ihren Zustand der Zersetzung einer weit weniger leicht zersetzbaren Materie, als wie das Blut ist, übertragen können, wir wissen, daß sie mit Zuckerwasser in Berührung die Fäulniß des Zuckers, die Umsetzung seiner Bestandtheile in Kohlensäure und Alkohol zu bewirken vermögen.

Wenn faulendes Muskelfleisch, faulender Eiter ꝛc. auf frische Wunden gelegt, Krankheit und Tod bewirken, so überträgt sich offenbar der Zustand ihrer Fäulniß auf das gesunde Blut, aus welchem sie stammen, gerade so wie in Fäulniß oder Verwesung begriffener Kleber, durch seinen Zustand, in Zuckerwasser eine ganz ähnliche Metamorphose hervorbringt.

Auch in lebenden Körpern werden in besonderen Krankheiten Gifte dieser Art erzeugt und gebildet. In der Blatternkrankheit, der Pest, der Syphilis ꝛc. entstehen aus den Bestandtheilen des Blutes Stoffe eigenthümlicher Art, welche dem Blute eines gesunden Menschen mitgetheilt, eine ähnliche Zersetzungsweise desselben bedingen, wie die ist, in welcher sie sich selbst befinden, es entsteht und entwickelt sich in dem gesunden Menschen die nämliche Krankheit; wie Samen aus Same scheint sich der Krankheitsstoff reproducirt zu haben.

Dieser eigenthümliche Proceß ist der Wirkung der Hefe auf Zucker- und Kleber-haltige Flüssigkeiten so außerordentlich ähnlich, daß man beide seit Langem schon, wenn auch nur bildweise, mit einander verglichen hat. Bei genauerer Betrachtung ergiebt sich aus allen Erscheinungen, daß ihre Wirkung in der That einerlei Ursache angehört.

In trockner Luft, bei Abwesenheit von Feuchtigkeit erhalten sich alle diese Gifte lange Zeit unverändert, in feuchtem Zustande, bei Berührung mit der Luft verlieren sie sehr bald ihre ganze Wirksamkeit. In dem einen Fall sind die Bedingungen vereinigt, welche der Zersetzung, in der sie sich befinden, eine Grenze setzen, ohne sie zu vernichten, in dem andern sind die Bedingungen gegeben, unter denen sich ihre Zersetzung vollendet.

Siedhitze, Berührung mit Alkohol heben ihre Wirkung auf. Säuren, Quecksilbersalze, schweflige Säure, Chlor, Jod, Brom, gewürzhafte Stoffe, flüchtige Oele und namentlich brenzliche Oele, Rauch, ein Kaffeeabsud, alle diese Substanzen vernichten völlig die Fähigkeit dieser Stoffe Ansteckung zu bewirken, theils indem sie sich damit verbinden, oder in anderer Weise zersetzen.

Die so eben genannten Materien sind aber ohne Ausnahme

Einwirkung eine Ausgleichung zwiſchen beiden Kräften, eine Veränderung ohne Vernichtung der Lebenskraft, eine arzneiliche Wirkung, oder der einwirkende Körper unterliegt, er wird verdaut, oder die chemiſche Action behält die Oberhand, er wirkt als Gift.

Alle Materien ſind Nahrungsmittel, welche ihre Eigenthümlichkeit durch die Einwirkung der Lebenskraft verlieren, ohne eine chemiſche Action auf das einwirkende Organ auszuüben.

Eine andere Klaſſe ändert die Richtung, die Stärke, die Intenſität des Widerſtandes (der Lebenskraft), in Folge welcher ihre Träger, die Function ihrer Organe, verändert wird; ſie bringen eine Störung durch ihr Vorhandenſein oder dadurch hervor, daß ſie ſelbſt eine Veränderung erleiden, dieß ſind die Arzneimittel.

Eine dritte Klaſſe heißen Gifte, wenn ſie ſich mit den Organen oder Beſtandtheilen der Organe zu verbinden vermögen, und wenn dieſes Streben ſtärker iſt als der Widerſtand durch die Lebenskraft.

Maſſe und Zuſtand ändern, wie ſich von ſelbſt ergiebt, gänzlich die Art der chemiſchen Einwirkung.

Ein Arzneimittel wird in größerer Maſſe, die überall ein Aequivalent für größere Verwandtſchaft iſt, als Gift, ein Gift in kleinen Gaben als Arzneimittel wirken können.

Ein Nahrungsmittel wird Krankheit bewirken, es wird Gift werden, wenn es durch ſeine Maſſe eine chemiſche Action ausübt, oder wenn ſein Zuſtand, ſeine Gegenwart die Bewegung der Organe verlangſamt, hindert oder aufhebt.

Ein Körper wirkt als Gift, wenn alle Theile des Organs, mit dem er in Berührung iſt, zu einer chemiſchen Verbindung mit ihm zuſammengetreten ſind; er kann als Arzneimit-

tel wirken, wenn er nur eine partielle Aenderung hervorgebracht hat.

Unter allen Bestandtheilen des lebenden Organismus giebt es keinen, welcher in seiner Schwäche des Widerstandes gegen äußere Thätigkeiten mit dem Blute verglichen werden kann; denn es ist nicht ein entstandenes, sondern ein entstehendes Organ, es ist die Summe der entstehenden Organe; die chemische Kraft und Lebenskraft halten sich einander in so vollkommenem Gleichgewichte, daß jede auch die kleinste Störung, durch welche Ursache es auch sei, eine Veränderung im Blute bewirkt; es kann nicht von dem Körper getrennt werden, ohne eine augenblicklich erfolgende Umwandlung zu erfahren, es kann mit keinem Organ im Körper in Berührung treten, ohne seiner Anziehung zu unterliegen.

Jede, auch die schwächste Einwirkung einer chemischen Thätigkeit, sie übt, in das Blut gebracht, eine nachtheilige Veränderung aus, selbst der durch Zellen und Häute vermittelte momentane Contact mit der Luft in der Lunge ändert Farbe und Beschaffenheit; eine jede chemische Action pflanzt sich im Blute fort, der Zustand einer in Zersetzung, Fäulniß, Gährung und Verwesung begriffenen Materie, die chemische Action, in welcher die Bestandtheile eines in Zersetzung begriffenen Körpers sich befinden, sie stören den Zustand des Gleichgewichts zwischen der chemischen Kraft und der Lebenskraft im Blut. Die erstere erhält das Uebergewicht; zahllose Modificationen in der Zusammensetzung, dem Zustande, der aus den Elementen des Blutes gebildeten Verbindungen, sie gehen aus dem Kampf der Lebenskraft mit der chemischen Action, die sie unaufhörlich zu überwältigen strebt, hervor.

Dem ganzen Verhalten aller Erscheinungen nach läßt sich den Contagien kein eigenthümliches Leben zuschreiben; sie üben

eine Veränderung im Blute, in Folge welcher sich aus seinen Bestandtheilen wieder Blatterngift erzeugt. Dieser Metamorphose wird erst durch die gänzliche Verwandlung aller der Zersetzung fähigen Bluttheilchen eine Grenze gesetzt. Durch den Contact der Oxalsäure mit Oxamid entsteht Oxalsäure, welche auf neues Oxamid die nämliche Wirkung ausübt. Nur die begrenzte Menge des Oxamids setzt dieser Metamorphose eine Grenze. Der Form nach gehören beide Metamorphosen in einerlei Klasse; aber nur ein befangenes Auge wird diesem Vorgang, obwohl er ein scharfer Ausdruck des gegebenen Begriffs vom Leben ist, eine lebendige Thätigkeit unterlegen; es ist ein chemischer Proceß, abhängig von den gewöhnlichen chemischen Kräften.

Der Begriff von Leben schließt neben Reproduction noch einen andern ein, nämlich den Begriff von Thätigkeit durch eine bestimmte Form, das Entstehen und Erzeugen in einer bestimmten Form. Man wird im Stande sein, die Bestandtheile der Muskelfaser, der Haut, der Haare ꝛc. durch chemische Kräfte hervorzubringen; allein kein Haar, keine Muskelfaser, keine Zelle kann durch sie gebildet werden. Die Hervorbringung von Organen, das Zusammenwirken eines Apparates von Organen, ihre Fähigkeit aus den dargebotenen Nahrungsstoffen, nicht nur ihre eigenen Bestandtheile, sondern sich selbst der Form, Beschaffenheit und mit allen ihren Eigenschaften wieder zu erzeugen, dieß ist der Character des organischen Lebens, diese Form der Reproduction ist unabhängig von den chemischen Kräften.

Die chemischen Kräfte sind der unanschaubaren Ursache, durch welche diese Form bedingt wird, unterthan; sie selbst, diese Ursache, wir haben nur Kenntniß von ihrer Existenz durch die eigenthümlichen Erscheinungen, die sie hervorbringt; wir

erforschen ihre Gesetze wie die der anderen Ursachen, welche Bewegung und Veränderungen bewirken.

Die chemischen Kräfte sind die Diener dieser Ursache, sowie sie Diener der Electricität, der Wärme, einer mechanischen Bewegung, des Stoßes, der Reibung sind; sie erleiden durch diese letzteren eine Aenderung in der Richtung, eine Steigerung, eine Verminderung in ihrer Intensität, eine völlige Aufhebung, eine vollkommene Umkehrung ihrer Wirksamkeit.

Es ist dieser Einfluß und kein anderer, den die Lebenskraft auf die chemischen Kräfte ausübt; aber überall, wo Verbindung und Trennung vor sich geht, ist chemische Verwandtschaft und Cohäsion in Thätigkeit.

Wir kennen die Lebenskraft nur durch die eigenthümliche Form ihrer Werkzeuge, durch Organe, die ihre Träger sind; welche Art von Thätigkeit eine Materie auch zeigen mag, wenn sie formlos ist und wir keine Organe beobachten, von denen der Impuls der Bewegung oder Aenderung ausgeht, so lebt sie nicht; ihre Thätigkeit ist alsdann eine chemische Action, an welcher Licht, Wärme, Electricität, oder was sonst darauf Einfluß hat, Antheil nehmen, die sie steigern, vermindern oder eine Grenze setzen, allein ohne die Bedinger der Action zu sein.

In dieser Art und Weise beherrscht die Lebenskraft in dem lebendigen Körper die chemischen Kräfte; Alles, was wir Nahrungsmittel nennen, alle Stoffe, die in dem Organismus daraus gebildet werden, sind chemische Verbindungen, in denen also von der Lebenskraft, um zu Bestandtheilen des Organismus zu werden, kein anderer Widerstand als die chemischen Kräfte zu überwinden sind, durch welche ihre Bestandtheile zusammengehalten werden; besäßen sie, die Nahrungsmittel, ein eigenthümliches Leben, so würde dieses mit den chemischen Kräften

überwunden werden müssen, es würde ihren Widerstand verstärken.

Alle Materien, die zur Assimilation dienen, sind höchst zusammengesetzte Körper; es sind complexe Atome, welche keine oder nur eine höchst schwache chemische Action ausüben.

Sie sind durch das Zusammentreten von zwei und mehreren einfacheren Verbindungen entstanden und in dem nämlichen Grade, als die Anzahl der Atome ihrer Bestandtheile sich vergrößert (mit der höheren Ordnung), nimmt ihr Streben ab, weitere Verbindungen einzugehen; dieß heißt, sie verlieren ihre Fähigkeit, eine Wirkung auf andere auszuüben.

Mit ihrer Zusammengesetztheit nimmt aber ihr Vermögen zu, durch den Einfluß äußerer Ursachen verändert zu werden, eine Zersetzung zu erleiden. Jede einwirkende Kraft, in manchen Fällen schon Stoß und mechanische Reibung, stört das Gleichgewicht in der Anziehung ihrer Bestandtheile; sie ordnen sich entweder zu neuen, einfacheren, zu festeren Verbindungen, oder wenn eine fremde Anziehung auf sie einwirkt, so ordnen sie sich dieser Anziehung unter.

Der besondere Character eines Nahrungsmittels, einer Substanz, die zur Assimilation dient, ist Mangel einer chemischen Action (Zusammengesetztheit) und Fähigkeit, Metamorphosen zu erleiden.

Durch die Lebenskraft wird das Gleichgewicht der chemischen Anziehungen der Bestandtheile der Nahrungsmittel gestört, wie es durch zahllose andere Ursachen gestört werden kann; allein das Zusammentreten ihrer Elemente zu neuen Verbindungen, zu neuen Formen, zeugt von einer eigenthümlichen Anziehungsweise, es beweist die Existenz einer besonderen Kraft, verschieden von allen anderen Naturkräften.

Alle Körper von einfacher Zusammensetzung besitzen ohne

Ausnahme ein unaufhörliches mehr oder weniger starkes Streben, Verbindungen einzugehen (die Oxalsäure z. B. ist die einfachste, die Talgsäure eine der zusammengesetztesten organischen Säuren; die erste ist die stärkste, die andere eine der schwächsten in Beziehung auf chemischen Character); durch diese Thätigkeit üben sie überall, wo sich kein Widerstand entgegensetzt, eine Veränderung aus; sie gehen Verbindungen ein und veranlassen Zersetzung.

Es ist die Lebenskraft, welche der unaufhörlichen Einwirkung der Atmosphäre, der Feuchtigkeit, der Temperatur auf den Organismus einen, bis zu einem gewissen Grade, unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt; es ist die unaufhörliche Ausgleichung, es ist die stete Erneuerung dieser Thätigkeiten, welche Bewegung, welche Leben erhält.

Das größte Wunder im lebenden Organismus ist es gerade, daß eine unergründliche Weisheit in die Ursache einer unaufhörlichen Zerstörung, in die Unterhaltung des Respirationsprocesses, die Quelle der Erneuerung des Organismus, das Mittel gelegt hat, um allen übrigen atmosphärischen Einflüssen dem Wechsel der Temperaturen, der Feuchtigkeit zu widerstehen.

Bringen wir in den Magen oder einen andern Theil des Organismus eine chemische Verbindung von einfacher Zusammensetzung, die also das Vermögen und Streben besitzt, neue Verbindungen einzugehen oder Veränderungen zu bewirken, so ist klar, daß sie auf alle Materien, die mit ihr in Berührung kommen, eine chemische Action ausüben muß; sie wird eine Verbindung einzugehen oder zu verändern streben.

Die chemische Action der Substanz hat, wie sich von selbst versteht, die Lebenskraft zu überwinden; die letztere setzt ihr einen Widerstand entgegen, es entsteht je nach der Stärke der

Einwirkung eine Ausgleichung zwiſchen beiden Kräften, eine Veränderung ohne Vernichtung der Lebenskraft, eine arzneiliche Wirkung, oder der einwirkende Körper unterliegt, er wird verdaut, oder die chemiſche Action behält die Oberhand, er wirkt als Gift.

Alle Materien ſind Nahrungsmittel, welche ihre Eigenthümlichkeit durch die Einwirkung der Lebenskraft verlieren, ohne eine chemiſche Action auf das einwirkende Organ auszuüben.

Eine andere Klaſſe ändert die Richtung, die Stärke, die Intenſität des Widerſtandes (der Lebenskraft), in Folge welcher ihre Träger, die Function ihrer Organe, verändert wird; ſie bringen eine Störung durch ihr Vorhandenſein oder dadurch hervor, daß ſie ſelbſt eine Veränderung erleiden, dieß ſind die Arzneimittel.

Eine dritte Klaſſe heißen Gifte, wenn ſie ſich mit den Organen oder Beſtandtheilen der Organe zu verbinden vermögen, und wenn dieſes Streben ſtärker iſt als der Widerſtand durch die Lebenskraft.

Maſſe und Zuſtand ändern, wie ſich von ſelbſt ergiebt, gänzlich die Art der chemiſchen Einwirkung.

Ein Arzneimittel wird in größerer Maſſe, die überall ein Aequivalent für größere Verwandtſchaft iſt, als Gift, ein Gift in kleinen Gaben als Arzneimittel wirken können.

Ein Nahrungsmittel wird Krankheit bewirken, es wird Gift werden, wenn es durch ſeine Maſſe eine chemiſche Action ausübt, oder wenn ſein Zuſtand, ſeine Gegenwart die Bewegung der Organe verlangſamt, hindert oder aufhebt.

Ein Körper wirkt als Gift, wenn alle Theile des Organs, mit dem er in Berührung iſt, zu einer chemiſchen Verbindung mit ihm zuſammengetreten ſind; er kann als Arzneimit-

tel wirken, wenn er nur eine partielle Aenderung hervorgebracht hat.

Unter allen Bestandtheilen des lebenden Organismus giebt es keinen, welcher in seiner Schwäche des Widerstandes gegen äußere Thätigkeiten mit dem Blute verglichen werden kann; denn es ist nicht ein entstandenes, sondern ein entstehendes Organ, es ist die Summe der entstehenden Organe; die chemische Kraft und Lebenskraft halten sich einander in so vollkommenem Gleichgewichte, daß jede auch die kleinste Störung, durch welche Ursache es auch sei, eine Veränderung im Blute bewirkt; es kann nicht von dem Körper getrennt werden, ohne eine augenblicklich erfolgende Umwandlung zu erfahren, es kann mit keinem Organ im Körper in Berührung treten, ohne seiner Anziehung zu unterliegen.

Jede, auch die schwächste Einwirkung einer chemischen Thätigkeit, sie übt, in das Blut gebracht, eine nachtheilige Veränderung aus, selbst der durch Zellen und Häute vermittelte momentane Contact mit der Luft in der Lunge ändert Farbe und Beschaffenheit; eine jede chemische Action pflanzt sich im Blute fort, der Zustand einer in Zersetzung, Fäulniß, Gährung und Verwesung begriffenen Materie, die chemische Action, in welcher die Bestandtheile eines in Zersetzung begriffenen Körpers sich befinden, sie stören den Zustand des Gleichgewichts zwischen der chemischen Kraft und der Lebenskraft im Blut. Die erstere erhält das Uebergewicht; zahllose Modificationen in der Zusammensetzung, dem Zustande, der aus den Elementen des Blutes gebildeten Verbindungen, sie gehen aus dem Kampf der Lebenskraft mit der chemischen Action, die sie unaufhörlich zu überwältigen strebt, hervor.

Dem ganzen Verhalten aller Erscheinungen nach läßt sich den Contagien kein eigenthümliches Leben zuschreiben; sie üben

eine gewiſſe Wirkung aus, welche eine große Aehnlichkeit mit Vorgängen im lebenden Organismus hat; allein die Urſache dieſer Wirkung iſt chemiſche Action, welche aufgehoben werden kann durch andere chemiſche Actionen, durch entgegengeſetzte Thätigkeiten.

Von dem im lebendigen Körper durch Krankheitsproceſſe erzeugbaren Gifte verlieren einige im Magen ihre ganze Wirkſamkeit, andere werden nicht zerſtört.

Wie bedeutſam und entſcheidend für ihre chemiſche Natur und Wirkungsweiſe iſt hier der Umſtand, daß diejenigen von ihnen, welche neutral ſind oder eine alkaliſche Beſchaffenheit zeigen, wie das Milzbrandgift, das Blatterngift, daß dieſe im Magen ihre Anſteckungsfähigkeit verlieren, während das Wurſtgift, welches ſauer reagirt, ſeine ganze furchtbare Wirkung behält.

Es iſt die im Magen ſtets vorhandene freie Säure, welche die ihr entgegengeſetzte chemiſche Thätigkeit in dem einen Fall aufhebt, während ſie in dem andern die Wirkung verſtärkt, oder jedenfalls kein Hinderniß entgegenſetzt.

Man hat bei mikroscopiſchen Unterſuchungen in bösartigem faulenden Eiter, in Kuhpockenlymphe ꝛc. eigenthümliche, den Blutkügelchen ähnliche Bildungen beobachtet; ihr Vorhandenſein gab der Meinung Gewicht, daß die Anſteckung von der Entwickelung eines krankhaften organiſchen Lebens ausgehe; man hat in dieſen Formen den lebendigen Saamen der Krankheit geſehen.

Dieſe Anſicht iſt keiner Discuſſion fähig; ſie hat die Naturforſcher, welche die Erklärungen von Erſcheinungen in Formen zu ſuchen gewohnt ſind, dahin geführt, die Hefe, die ſich in der Biergährung bildet, ebenfalls als belebt zu betrachten, für Pflanzen oder Thiere, die ſich von dem Zucker nähren und

Alkohol und Kohlensäure als Excremente wieder von sich geben.

Wunderbar und auffallend würde es vielleicht erscheinen, wenn in den Zersetzungsprocessen der Fäulniß und Gährung aus organischen Materien und Theilen von Organen sich Stoffe bilden würden von kristallinischer Structur, Stoffe, die eine geometrische Gestalt besitzen. Wir wissen im Gegentheil, daß der völligen Auflösung in unorganische Verbindungen eine Reihe von Metamorphosen vorhergeht, in welchen sie erst nach und nach ihre Formen aufgeben.

In Zersetzung *begriffenes* Blut kann dem Auge in unveränderter Form erscheinen, und wenn wir in einem flüssigen Contagium die Blutkügelchen wiedererkennen, so kann dieß höchstens beweisen, daß sie keinen Antheil an dem Zersetzungsproceß genommen haben. Wir können aus Knochen allen phosphorsauren Kalk entfernen, so daß sie durchsichtig und biegsam wie Leder werden, ohne im Geringsten ihre Form zu verlieren. Wir brennen die Knochen weiß, zu einem Skelett von phosphorsaurem Kalk, was ganz die Form des Knochens behält. So können in dem Blut Zersetzungsprocesse vor sich gehen, die sich nur auf einzelne Bestandtheile erstrecken, auf Materien, welche zerstört werden und verschwinden, während durch andere die ursprüngliche Form behauptet wird.

Unter den Contagien giebt es mehrere, die sich durch die Luft fortpflanzen, wo man also gezwungen wäre, einem Gase, einem luftförmigen Körper Leben zuzuschreiben.

Alles, was man als Beweise für ein organisches Leben in den Contagien betrachtet, sind Vorstellungen und Bilder, welche die Erscheinungen versinnlichen, ohne sie zu erklären. Diese Bilder, mit denen man sich in allen Wissenschaften so gern und leicht befriedigt, sie sind die Feinde aller Naturforschung,

sie sind der fata morgana ähnlich, die uns die täuschendste Kunde von Seen, von fruchtbaren Gefilden und Früchten giebt, aber uns verschmachten läßt, wenn wir sie am nöthigsten haben.

Es ist gewiß, daß die Wirkungsweise der Contagien auf einer eigenthümlichen Thätigkeit beruht, abhängig von chemischen Kräften, welche in keiner Beziehung steht zu der Lebenskraft, eine Thätigkeit, welche aufgehoben wird durch chemische Actionen, die sich überall äußert, wo sie keinen Widerstand zu überwinden hat; sie giebt sich der Beobachtung durch eine zusammenhängende Reihe von Veränderungen, von Metamorphosen zu erkennen, die sich auf alle Materien, welche fähig sind, eine ähnliche Verwandlung zu erfahren, überträgt.

Eine, im Zustande der Zersetzung begriffene thierische Substanz, oder in Folge eines Krankheitsprocesses im lebenden Körper aus seinen Bestandtheilen erzeugte Materie, überträgt ihren Zustand allen Theilen eines lebenden Individuums, welche fähig sind, eine ähnliche Metamorphose einzugehen, wenn sich ihrer Action, in diesen Theilen, keine Ursache entgegensetzt, die sie aufhebt und vernichtet.

Es entsteht Krankheit durch Ansteckung.

Die in der entstandenen Krankheit hervorgerufene Metamorphose nimmt eine Reihe von Formen an.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anschauung zu gelangen, die Veränderungen, welche ein bei weitem einfacherer Körper, der Zucker, durch die Einwirkung ähnlicher Ursachen zu erleiden fähig ist, so wissen wir, daß faulendes Blut, in Metamorphose begriffene Hefe eine Umsetzung der Elemente des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bewirken.

Ein in Zersetzung begriffenes Stück Lab veranlaßt eine andere Lagerung der Elemente des Zuckers; ohne daß ein

Element hinzutritt oder hinweggenommen wird, verwandelt er sich in Milchsäure. (1 Atom Trauben-Zucker $C_{12} H_{24} O_{12}$ giebt 2 At. Milchsäure $= 2$ ($C_6 H_{12} O_6$.)

Lassen wir ihn im Zwiebelsafte, Runkelrübensafte bei höheren Temperaturen gähren, so erhält man daraus Milchsäure, Mannit und Gummi. Nach der verschiedenen Umsetzungsweise, in der sich die Elemente der Erreger befanden, haben sich also die Elemente des Zuckers in einer ebenso verschiedenen Form geordnet, es sind verschiedene Produkte entstanden. —

Es war der unmittelbare Contact der sich zerlegenden Substanz, welche die Form und Beschaffenheitsänderung der Zuckertheilchen bedingte; entfernen wir sie, so hört damit die Zersetzung des Zuckers auf; ist ihre Metamorphose vollendet und sind noch Zuckertheile übrig, so bleiben diese unzersetzt.

Bei keiner der erwähnten Zerlegungsweisen hat sich der Erreger reproduzirt, es fehlten unter den Elementen des Zuckers die Bedingungen seiner Wiedererzeugung.

Aehnlich wie Hefe, faulendes Fleisch, in Zersetzung begriffener Kalbsmagen den Zucker zur Zerlegung brachten, ohne sich selbst wiederzuerzeugen, bringen Miasmen und gewisse Ansteckungsstoffe, Krankheiten in dem menschlichen Organismus hervor, in denen sich der Zustand der Zersetzung, in welchem sie sich befinden, auf gewisse Theile des Organismus überträgt, ohne daß sie in dem Acte der Zersetzung, in ihrer eigenthümlichen Form und Beschaffenheit wieder gebildet werden.

Die Krankheit selbst ist in diesem Falle nicht ansteckend.

Wenn wir aber Hefe nicht zu reinem Zuckerwasser, sondern zu Bierwürze bringen, welche Zucker und Kleber enthält, so wissen wir, daß der Act der Zersetzung des Zuckers eine Form und Beschaffenheitsänderung des Klebers bedingt, der Kleber selbst geht einer ersten Metamorphose entgegen; so

lange noch gährender Zucker vorhanden ist, wird Kleber in verändertem Zustande, er wird als Hefe abgeschieden, welche wieder fähig ist, frisches Zuckerwasser oder Bierwürze in Gährung zu versetzen. Ist der Zucker verschwunden und noch Kleber vorhanden, so bleibt dieser Kleber, er geht nicht in Hefe über. Die Reproduction des Erregers ist hier abhängig

1) von dem Vorhandensein derjenigen Materie, aus der er ursprünglich entstanden ist,
2) von der Gegenwart einer zweiten Materie, welche fähig ist, durch Berührung mit dem Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Wenn wir der Reproduction der Contagien in ansteckenden Krankheiten den nämlichen Ausdruck unterlegen, so ist vollkommen gewiß, daß sie ohne Ausnahme aus dem Blute entspringen, daß also in dem Blute eines gesunden Menschen derjenige Bestandtheil sich vorfindet, durch dessen Zersetzung der Erreger gebildet werden kann.

Es muß ferner, wenn Ansteckung erfolgt, vorausgesetzt werden, daß das Blut einen zweiten Bestandtheil enthält, welcher fähig ist, durch den Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Erst in Folge der Umwandlung dieses zweiten Körpers kann der ursprüngliche Erreger wieder gebildet werden.

Empfänglichkeit für Ansteckung setzt mithin die Gegenwart, einer gewissen Quantität, dieses zweiten Körpers im Blute eines gesunden Menschen voraus; mit seiner Masse steigt die Empfänglichkeit, die Stärke der Krankheit, mit seiner Abnahme, mit seinem Verschwinden ändert sich ihr Verlauf.

Bringen wir in das Blut eines gesunden Menschen, welcher empfänglich ist für Ansteckung, eine wenn auch nur verschwindend kleine Menge des Ansteckungsstoffs, des Erregers,

so wird er sich im Blute wiedererzeugen, ähnlich, wie sich Hefe in Bierwürze reproduzirt, sein Zustand der Metamorphose wird sich auf den einen Bestandtheil des Blutes übertragen, und in Folge der Metamorphose, die dieser erleidet, wird aus einem andern Bestandtheile des Blutes ein dem Erreger gleicher oder ähnlicher Körper gebildet werden können, dessen Masse beständig zunehmen muß, wenn die weitere Metamorphose des neuerzeugten Erregers langsamer erfolgt, als die Verbindung im Blute, die er zur Zersetzung bringt.

Ginge z. B. die Metamorphose der wiedererzeugten Hefe in der Gährung der Bierwürze mit eben der Schnelligkeit vor sich, wie die der Zuckertheilchen, so würden, nach Vollendung aller Gährung, beide mit und nebeneinander verschwinden, die der Hefe bedarf aber einer weit längeren Zeit, es bleibt davon, wenn aller Zucker verschwunden ist, eine weit größere Menge wie zuvor in unaufhörlich weiter fortschreitender Metamorphose, d. h. mit ihrer ganzen Wirkungsweise, zurück.

Die Zersetzung, in der sich ein Blutheilchen befindet, theilt sich einem zweiten und folgenden, zuletzt allen im ganzen Körper, sie theilt sich einem gesunden Blutheilchen eines zweiten, dritten Individuums ꝛc mit, d. h. sie veranlaßt in diesen die Entstehung derselben Krankheit.

Die Existenz von einer großen Anzahl besonderer Materien in dem Blute verschiedener Menschen, in dem Blute eines einzelnen Menschen in den verschiedenen Perioden seiner Entwickelung, in den Thieren, kann nicht geläugnet werden.

In dem Kindesalter, in der Jugend enthält das Blut eines und desselben Individuums wechselnde Mengen von Substanzen, die in einem andern Stadium fehlen, die Empfänglichkeit für Ansteckung durch eigenthümliche Erreger im Kindesalter, setzt nothwendig eine Fortpflanzung, eine Wiedererzeu-

gung dieser Erreger, in Folge der Metamorphose vorhandener Stoffe voraus; wenn sie fehlen, kann keine Ansteckung erfolgen. Die Krankheitsform heißt gutartig, wenn die Metamorphosen zweier für das Leben unwesentlicher Bestandtheile des Körpers sich neben einander vollenden, ohne daß andere an der Zersetzung Antheil nehmen; sie heißt bösartig, wenn sie sich auf Organe fortpflanzt, wenn diese daran Antheil nehmen.

Ein Stoffwechsel im Blute, ein Uebergang seiner Bestandtheile zu Fett, Muskelfaser, Nerven-, Gehirnsubstanz, zu Knochen, Haaren ꝛc., eine Metamorphose von Nahrungsstoff in Blut, ohne gleichzeitige Bildung von neuen Verbindungen, welche durch die Organe der Secretion wieder aus dem Körper entfernt werden, ist nicht denkbar.

In einem erwachsenen Menschen sind diese Secretionen von wenig wechselnder Beschaffenheit und Quantität; alle seine Theile sind völlig ausgebildet, was er aufnimmt dient nicht zur Vermehrung seiner Masse, sondern lediglich nur zum Ersatz des verbrauchten Stoffs, denn jede Bewegung jede Kraftäußerung, jede organische Thätigkeit wird bedingt durch Stoffwechsel, durch eine neue Form, welche seine Bestandtheile annehmen *).

In dem kindlichen Alter kommt zu dieser normalen Thätigkeit der Erhaltung eine abnorme Thätigkeit der Zunahme und Vermehrung der Masse des Körpers, eines jeden einzelnen seiner Theile; es müssen in dem jugendlichen Körper

*) Die Versuche von Barruel über die außerordentliche Verschiedenheit von Gerüchen, die sich aus Blut entwickeln, dem man etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, beweisen jedenfalls die Existenz besonderer Materien in verschiedenen Individuen, das Blut eines blonden Menschen giebt einen andern Geruch, als das eines braunen, das Blut verschiedener Thiere weicht in dieser Beziehung sehr bemerkbar von dem der Menschen ab.

eine weit größere Menge von fremden, dem Organismus nicht angehörigen Stoffen vorhanden sein, welche durch das Blut in alle seine Theile verbreitet werden.

Bei normaler Thätigkeit der Secretionsorgane werden sie aus dem Körper entfernt, durch jede Störung der Functionen derselben müssen sie im Blute, oder in einzelnen Theilen des Körpers sich anhäufen. Die Haut, die Lunge oder andere Organe übernehmen die Function der kranken Secretionsapparate, und sind die abgeschiedenen Stoffe in dem Zustande einer fortschreitenden Metamorphose begriffen, so heißen sie ansteckend, sie sind alsdann fähig, in einem andern gesunden Organismus den nämlichen Krankheitszustand hervorzurufen; aber nur dann, wenn dieser empfänglich dafür ist, d. h., wenn er eine Materie enthält, welche den nämlichen Zersetzungsproceß erleiden kann.

Die Erzeugung von Materien dieser Art, welche den Körper empfänglich für Ansteckung machen, können durch die Lebensweise, durch Nahrung bedingt werden, ein Uebermaß von kräftigen und gesunden Speisen wird eben so gut sich dazu eignen, wie Mangel, Schmutz, Unreinlichkeit und der Genuß von verdorbenen Nahrungsmitteln.

Alle diese Bedingungen zur Ansteckung müssen als zufällig angesehen werden, ihre Bildung, ihre Anhäufung im Körper kann verhütet, sie können aus dem Körper entfernt werden, ohne seine Hauptfunctionen, ohne die Gesundheit zu stören, ihre Gegenwart ist nicht nöthig zum Leben.

Die Wirkung und Erzeugung von Contagien ist nach dieser Ansicht ein chemischer Proceß, welcher vor sich geht im lebendigen Körper, an welchem alle Materien im Körper, alle Bestandtheile derjenigen Organe Antheil nehmen, in denen die Lebenskraft die einwirkende chemische Thätigkeit nicht über-

wältigt, er verbreitet sich demnach entweder durch alle Theile des Körpers, oder er beschränkt sich lediglich auf gewisse Organe; die Krankheit ergreift je nach der Schwäche oder der Intensität des Widerstandes alle Organe, oder nur einzelne Organe.

In der abstract chemischen Bedeutung setzt die Wiedererzeugung eines Contagiums eine Materie voraus, welche gänzlich zersetzt wird, und eine zweite, welche durch den Act der Metamorphose der ersten in Zersetzung übergeht. Diese im Zustande der Zersetzung begriffene zweite Materie ist das regenerirte Contagium.

Die zweite Materie ist unter allen Umständen ursprünglich ein Bestandtheil des Blutes gewesen, die erste kann ein zufälliger oder ein zum Leben ebenfalls nothwendiger sein.

Sind beide Bestandtheile zur Unterhaltung der Lebensfunctionen gewisser Hauptorgane unentbehrlich, so endigt sich die Metamorphose mit dem Tode.

Wird hingegen durch die Abwesenheit des zerstörten einen Bestandtheiles des Blutes den Functionen der wichtigsten Organe keine unmittelbare Grenze gesetzt, dauern sie fort, wenn auch in anormalem Zustande, so erfolgt Reconvaleszenz; die noch vorhandenen Producte der Metamorphose des Blutes werden in diesem Falle zur Assimilation selbst verwendet, es entstehen in diesem Zeitpunkte Secretionen von besonderer Beschaffenheit.

Ist der zerstörte Bestandtheil des Blutes ein Product einer anormalen Lebensweise, gehört seine Erzeugung nur einem gewissen Alter an, so hört mit seinem Verschwinden die Empfänglichkeit für Ansteckung auf.

Die Wirkungsweise der Kuhpocken-Materie beweis't, daß ein zufälliger Bestandtheil des Blutes in einem besonderen

Zersetzungsproceß zerstört wird, sie bewirkt, dem Blute eingeimpft, eine Metamorphose desselben, an der die andern Bestandtheile keinen Antheil nehmen.

Wenn man sich an die Wirkungsweise der Unterhefe (s. S. 270) erinnert, so kann man kaum über die der Kuhpockenlympfe zweifelhaft sein.

Die Unterhefe und Oberhefe stammen beide aus Kleber, ähnlich wie die Kuhpocken-Materie und das Blatterngift beide aus dem Blute entspringen.

Die Oberhefe und das Blatterngift bewirken beide eine stürmische tumultuarische Metamorphose, die erstere in Pflanzensäften, das andere im Blute, die ihre Bestandtheile enthalten, sie erzeugen sich beide mit allen ihren Eigenschaften wieder.

Die Unterhefe wirkt lediglich nur auf den Zucker, sie veranlaßt eine ausnehmend verlangsamte Zersetzung desselben, eine Metamorphose, an welcher der Kleber keinen Antheil nimmt, nur insofern die Luft dabei einwirkt, erleidet dieser eine neue Form und Beschaffenheitsänderung, in Folge welcher sie ebenfalls wieder mit allen ihren Eigenschaften gebildet wird.

Aehnlich wie die Wirkungsweise der Unterhefe muß die der Kuhpocken-Materie sein; ein Bestandtheil des Blutes geht durch sie in Zersetzung über, aus einem zweiten erzeugt sie sich wieder, aber in einer durchaus geänderten Zersetzungsweise; das Product besitzt die milde Form, alle Eigenschaften der Kuhpockenlymphe.

Die Empfänglichkeit für Ansteckung durch Blatterngift muß nach der Einimpfung der Kuhpocken aufhören, eben weil durch einen künstlich erregten, besonderen Zersetzungsproceß diejenige Materie zerstört und entfernt worden ist, deren Vorhandensein die Empfänglichkeit bedingte. Sie kann sich in dem nämlichen Individuum wieder erzeugen, es kann wieder empfänglich für

Ansteckung werden, und eine zweite und dritte Impfung vermag ihn wieder zu entfernen.

In keinem Organe pflanzen sich chemische Actionen leichter und schneller fort als in der Lunge, keine Art von Krankheiten findet sich häufiger und ist gefährlicher, als die Lungenkrankheiten.

Wenn man annimmt, daß im Blute die chemische Action und die Lebenskraft sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, so ist es als gewiß zu betrachten, daß in der Lunge selbst, in welcher Luft und Blut sich mittelbar berühren, der chemische Proceß bis zu einem gewissen Grade das Uebergewicht behauptet, denn das Organ selbst ist von der Natur dazu eingerichtet, um ihn zu begünstigen; es setzt der Veränderung, die das venöse Blut erleidet, keinen Widerstand entgegen.

Durch die Bewegung des Herzens wird der Contact der Luft mit dem venösen Blut auf eine außerordentlich kurze Zeit beschränkt, jeder ferneren bis über einen bestimmten Punkt hinaus sich erstreckenden Störung wird durch rasche Entfernung des arteriellen Blutes vorgebeugt.

Eine jede Störung der Functionen des Herzens, eine jede, wenn auch schwache chemische Action von Außen veranlaßt eine Aenderung in dem Respirationsproceß, selbst feste Substanzen, Staub von vegetabilischen (Mehl), thierischen (Wollenfasern) und anorganischen Materien, sie wirken auf dieselbe Weise, wie wenn sie in eine gesättigte, im Krystallisiren begriffene Flüssigkeit gebracht werden, sie veranlassen eine Ablagerung von festen Stoffen aus dem Blute, durch welche die Einwirkung der Luft gehindert wird.

Gelangen gasförmige, in Zersetzung begriffene Substanzen, oder solche, welche eine chemische Action ausüben, wie Schwefelwasserstoffsäure, Kohlensäure ꝛc. in die Lunge, so stellt sich

ihnen in diesem Organe weniger wie in irgend einem andern, ein Widerstand entgegen. Der chemische Proceß der Verwesung welcher in der Lunge vor sich geht, wird gesteigert durch alle in Fäulniß und Verwesung begriffene Materien, durch Ammoniak und Alkalien; er wird vermindert durch empyreumatische flüchtige Substanzen, ätherische Oele, durch Säuren. Schwefelwasserstoffsäure zerlegt das Blut augenblicklich, schweflige Säure verbindet sich mit der Substanz der Häute, Zellen und Membranen.

Nimmt durch den Contact mit einer in Zersetzung begriffenen Materie der Respirationsproceß eine andere Richtung an, überträgt sich die Zersetzung, die sie erleidet, der Blutmasse selbst, so erfolgt Krankheit.

Ist die in Zersetzung begriffene Materie Product einer Krankheit, so heißt sie ebenfalls Contagium, ist sie das Product von Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Substanzen, wirkt sie durch ihren chemischen Character (also nicht durch ihren Zustand), indem sie eine Verbindung eingeht oder eine Zersetzung veranlaßt, so heißt sie Miasma.

Ein gasförmiges Contagium ist ein Miasma, was aus dem lebenden Blute stammt, und fähig ist, im lebenden Blut sich wieder zu erzeugen.

Ein Miasma bewirkt Krankheit, ohne sich zu reproduciren.

Alle Beobachtungen, die man über gasförmige Contagien gemacht hat, beweisen, daß sie ebenfalls Materien sind, die sich in einem Zustande der Zersetzung befinden. Auf Gefäße, die mit Eis angefüllt sind, schlägt sich an der Außenseite aus der Luft, welche gasförmige Contagien enthält, Wasser nieder, welches gewisse Mengen darin gelöst enthält. Dieses Wasser ändert seinen Zustand in jedem Zeitmomente, es trübt sich und geht, wie man gewöhnlich sagt, in Fäulniß über, oder was

ohne Zweifel richtiger ist, der Zustand der Zersetzung, in dem sich der gelöste Ansteckungsstoff befindet, vollendet sich in dem Wasser.

Alle Gase, die sich aus faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, die sich in Krankheitsprocessen entwickeln, besitzen gewöhnlich einen eigenthümlich widrigen, unangenehmen oder stinkenden Geruch, der in den meisten Fällen das Vorhandensein einer Materie beweist, die sich im Zustande der Zersetzung, d. h. einer chemischen Action, befindet. Das Riechen selbst kann in vielen Fällen als die Reaction der Geruchsnerven betrachtet werden, als der Widerstand, den die Lebensthätigkeit der chemischen Action entgegensetzt.

Eine Menge von Metallen geben beim Reiben Geruch, aber keins von denen, die wir edle nennen, d. h. welche in Luft bei Gegenwart von Feuchtigkeit keine Veränderung erleiden; Arsenik, Phosphor, Leinöl, Citronöl, Terpentinöl, Rautenöl, Pfeffermünzöl, Moschus ꝛc. riechen nur im Acte ihrer Verwesung. (Oxidation bei gewöhnlicher Temperatur.)

So verhält es sich denn mit allen gasförmigen Contagien; sie sind mehrentheils begleitet von Ammoniak, was man in vielen Fällen als den Vermittler der Gasform des Contagiums betrachten kann, so wie es der Vermittler ist des Geruches von zahllosen Substanzen, die an und für sich nur wenig flüchtig, von vielen, die geruchlos sind. (Robiquet in den Ann. de chim. et de phys. XV. 27.)

Das Ammoniak ist der Begleiter der meisten Krankheitszustände; es fehlt nie bei denen, in welchen sich Contagien erzeugen; es ist ein nie fehlendes Product aller im Zustande der Zersetzung sich befindenden thierischen Stoffe. In allen Krankenzimmern, vorzüglich bei ansteckenden Krankheiten, läßt sich die Gegenwart des Ammoniaks nachweisen; die durch Eis

verdichtete Feuchtigkeit der Luft, welche das flüchtige Contagium enthält, bringt in Sublimatlösung einen weißen Niederschlag hervor, grade wie dieß durch Ammoniakauflösung geschieht. Das Ammoniaksalz, was man aus dem Regenwasser nach Zusatz von Säuren und Verdampfen erhält, entwickelt, wenn man durch Kalk das gebundene Ammoniak wieder austreibt, den unverkennbarsten Leichengeruch oder den Geruch, der den Miststätten eigenthümlich ist.

Durch Verdampfen von Säuren in einer Luft, welche gasförmige Contagien enthält, neutralisiren wir das Ammoniak; wir hindern die weitere Zersetzung und heben die Wirkung des Contagiums, seinen Zustand der Zersetzung, gänzlich auf. Salzsäure und Essigsäure, in manchen Fällen Salpetersäure, sind allen andern vorzuziehen.

Chlor, was das Ammoniak und organische Materien so leicht zerstört, hat auf die Lunge einen so nachtheiligen und schädlichen Einfluß, daß man es zu den giftigsten Stoffen zu rechnen hat, welches nie an Orten, wo Menschen athmen, in Anwendung kommen darf.

Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, die sich häufig aus der Erde, in Kloaken entwickeln, gehören zu den schädlichsten Miasmen. Die erstere kann durch Alkalien, der Schwefelwasserstoff durch Verbrennen von Schwefel (schweflige Säure) oder durch Verdampfen von Salpetersäure aufs Vollständigste aus der Luft entfernt werden.

Für die Physiologie und Pathologie, namentlich in Beziehung auf die Wirkungsweise von Arzneimitteln und Giften, ist das Verhalten mancher organischer Verbindungen beachtenswerth und bedeutungsvoll.

Man kennt mehrere, dem Anscheine nach, ganz indifferente Materien, die bei Gegenwart von Wasser nicht mit einander

zusammengebracht werden können, ohne eine vollständige Metamorphose zu erfahren; alle Substanzen, die eine solche gegenseitige Zersetzung auf einander ausüben, gehören zu den zusammengesetztesten Atomen.

Amygdalin z. B. ist eine völlig neutrale, schwach bittere, im Wasser sehr leichtlösliche Substanz; es ist ein Bestandtheil der bitteren Mandeln; wenn es mit einem in Wasser gelösten Bestandtheil der süßen Mandeln, dem Synaptas, bei Gegenwart von Wasser zusammengebracht wird, so verschwindet es völlig ohne Gasentwickelung; in dem Wasser findet sich jetzt freie Blausäure, Benzoylwasserstoff (stickstofffreies Bittermandelöl), eine besondere Säure und Zucker, lauter Substanzen, die nur ihren Bestandtheilen nach im Amygdalin vorhanden waren; dasselbe geschieht, wenn die bitteren Mandeln, welche den nämlichen weißen Stoff wie die süßen enthalten, zerrieben und mit Wasser befeuchtet werden. Daher kommt es denn, daß die Kleie von bitteren Mandeln, nach vorangegangener Behandlung mit Weingeist, bei der Destillation mit Wasser kein blausäurehaltiges Bittermandelöl mehr giebt; denn derjenige Körper, der zur Entstehung dieser flüchtigen Materien Veranlassung giebt, löst sich ohne Veränderung im Weingeist auf, er ist aus der Kleie hinweggenommen worden. Die zerriebenen bitteren Mandeln, einmal mit Wasser befeuchtet, liefern kein Amygdalin mehr; es ist gänzlich zersetzt worden.

In dem Saamen von Sinapis alba und nigra giebt der Geruch keine flüchtigen Materien zu erkennen. Beim Auspressen erhält man daraus ein fettes Oel von mildem Geschmack, in dem man keine Spur einer scharfen oder flüchtigen Substanz nachweisen kann; wird der Saamen zerrieben und mit Wasser destillirt, so geht mit den Wasserdämpfen ein flüchtiges Oel von großer Schärfe über; wenn er aber, vor der Berührung

mit Wasser, mit Alkohol behandelt wird, so erhält man aus dem Rückstande kein flüchtiges Oel mehr; in dem Alkohol findet sich eine krystallinische Materie, das Sinapin, und mehrere andere nicht scharfe Körper, durch deren Contact mit Wasser und dem eiweißartigen Bestandtheil des Saamens das flüchtige Oel gebildet wurde.

Körper, welche die anorganische Chemie absolut indifferent nennt, indem sie keinen hervorstechenden chemischen Character besitzen, bringen, wie diese Beispiele ergeben, bei ihrem Contact mit einander eine gegenseitige Zersetzung hervor; ihre Bestandtheile ordnen sich auf eine eigenthümliche Weise zu neuen Verbindungen; ein complexes Atom zerfällt in zwei und mehrere minder complexe, durch eine bloße Störung in der Anziehung seiner Elemente.

Ein gewisser Zustand in der Beschaffenheit der weißen, dem geronnenen Eiweiß ähnlichen Bestandtheile der Mandeln und des Senfs ist eine Bedingung ihrer Wirksamkeit auf Amygdalin und auf die Bestandtheile des Senfs, woraus sich das flüchtige scharfe Oel bildet.

Werfen wir zerriebene und geschälte süße Mandeln in siedendes Wasser, behandeln wir sie mit kochendem Weingeist oder mit Mineralsäuren, bringen wir sie mit Queckſilbersalzen in Berührung, so wird ihr Vermögen, in dem Amygdalin eine Zersetzung zu bewirken, völlig vernichtet. Das Synaptas ist ein stickstoffreicher Körper, welcher sich, im Wasser gelöst, nicht aufbewahren läßt; sehr rasch trübt sich die Auflösung, setzt einen weißen Niederschlag ab und nimmt einen Fäulnißgeruch an.

Es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß der eigenthümliche Zustand der Umsetzung der Bestandtheile des im Wasser gelösten Synaptas die Ursache der Zersetzung des Amygdalins,

der Bildung von neuen Producten ist; seine Wirkung ist der des Labs auf Zucker in dieser Beziehung außerordentlich ähnlich.

Das Gerstenmalz, gekeimte Saamen von Getreidearten überhaupt, enthalten eine während dem Keimungsproceß aus dem Kleber gebildete Substanz, die Diastase, welche mit Amylon und Wasser bei einer gewissen Temperatur, ohne eine Aenderung in dem Amylon zu bewirken, nicht zusammengebracht werden kann.

Streuet man gemahlenes Gerstenmalz auf warmen Stärkekleister, so wird er nach einigen Minuten flüssig wie Wasser; die Flüssigkeit enthält jetzt eine dem Gummi in vielen Eigenschaften ähnliche Substanz; bei etwas mehr Malz und länger dauernder Erhitzung nimmt die Flüssigkeit einen süßen Geschmack an, alle Stärke findet sich in Traubenzucker verwandelt.

Mit der Metamorphose der Stärke haben sich aber die Bestandtheile der Diastase ebenfalls zu neuen Verbindungen umgesetzt.

Die Verwandlung aller stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel in Traubenzucker, welche in der zuckrigen Harnruhr (Diabetes mellitus) vor sich geht, setzt das Vorhandensein einer Materie, eines Bestandtheils oder der Bestandtheile eines Organs voraus, die sich im Zustande einer chemischen Action befinden, im Zustande einer Thätigkeit, der die Lebenskraft im kranken Organ keinen Widerstand entgegensetzt. Die Bestandtheile des Organs müssen gleichzeitig mit dem Stärkemehl eine fortdauernde Aenderung erleiden, je mehr wir von dem letzteren zuführen, desto stärker und intensiver wird die Krankheit; führen wir ausschließlich nur solche Nahrungsstoffe zu, welche durch die nämliche Ursache keine Metamorphose erleiden, steigern wir durch Reizmittel und kräftige Speisen die Lebens-

thätigkeit, so gelingt es zuletzt, die freie chemische Action zu überwältigen, d. h. die Krankheit zu heben.

Die Verwandlung der Stärke in Zucker kann ebenfalls durch reinen Kleber, sie kann bewirkt werden durch verdünnte Mineralsäuren.

Ueberall sieht man, daß in compleren organischen Atomen die mannigfaltigsten Umsetzungen, Zusammensetzungs- und Eigenschafts-Aenderungen durch alle Ursachen, welche eine Störung in der Anziehung ihrer Elemente veranlassen, bewirkt werden können.

Bringen wir feuchtes Kupfer in Luft, welche Kohlensäure enthält, so wird durch den Contact mit dieser Säure die Verwandtschaft des Metalls zu dem Sauerstoff der Luft in dem Grade gesteigert, daß sich beide mit einander verbinden, seine Oberfläche bedeckt sich mit grünem kohlensaurem Kupferoxid. Zwei Körper, welche die Fähigkeit haben, sich zu verbinden, nehmen aber entgegengesetzte Elektricitäts-Zustände an in dem Moment, wo sie sich berühren.

Berühren wir das Kupfer mit Eisen, so wird durch Erregung eines besonderen Elektricitäts-Zustandes die Fähigkeit des Kupfers vernichtet, eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen; es bleibt unter gleichen Bedingungen blank.

Setzen wir Blausäure und Wasser einer Temperatur von 180° aus, so wird die Stärke und Richtung der chemischen Kraft geändert, es werden die Bedingungen geändert, unter welchen die Bestandtheile der Blausäure die Fähigkeit erhielten, zu Blausäure zusammenzutreten; ihre Elemente ordnen sich, in Folge der Störung durch die Wärme, mit denen des Wassers auf eine neue Weise, es entsteht ameisensaures Ammoniak.

Eine bloße mechanische Bewegung, Reibung und Stoß reichen hin, um die Bestandtheile der fulminirenden Silber-

und Queckſilber-Verbindungen zu einer Umſetzung, zu einer neuen Ordnung zu bringen, um in einer Flüſſigkeit die Bildung von neuen Verbindungen zu veranlaſſen.

Aehnlich wie die Elektricität und Wärme auf die Aeußerung der chemiſchen Verwandtſchaft einen beſtimmbaren Einfluß äußert, ähnlich wie ſich die Anziehungen, welche Materien zu einander haben, zahlloſen Urſachen unterordnen, die den Zuſtand dieſer Materien, die die Richtung ihrer Anziehungen ändern, auf eine ähnliche Weiſe iſt die Aeußerung der chemiſchen Thätigkeiten in dem lebenden Organismus abhängig von der Lebenskraft.

Die Fähigkeit der Elemente, zu den eigenthümlichen Verbindungen zuſammenzutreten, welche in Pflanzen und Thieren erzeugt werden, dieſe Fähigkeit war chemiſche Verwandtſchaft, aber die Urſache, welche ſie hinderte, ſich nach dem Grade der Anziehung, die ſie unter anderen Bedingungen zu einander haben, mit einander ſich zu vereinigen; die Urſache alſo, die ihre eigenthümliche Ordnung und Form in dem Körper bedingte, dieß war die Lebenskraft.

Nach der Hinwegnahme, mit dem Aufhören der Bedingung ihrer Entſtehung, der Urſache, die ihr Zuſammentreten beherrſchte, mit dem Verlöſchen der Lebensthätigkeit behaupten die meiſten organiſchen Atome ihren Zuſtand, ihre Form und Beſchaffenheit nur in Folge des Beharrungsvermögens; ein großes umfaſſendes Naturgeſetz beweiſt, daß die Materie in ſich ſelbſt keine Selbſtthätigkeit beſitzt; ein in Bewegung geſetzter Körper verliert ſeine Bewegung nur durch einen Widerſtand; es muß auf jeden ruhenden Körper eine äußere Urſache einwirken, wenn er ſich bewegen, wenn er irgend eine Thätigkeit darbieten ſoll.

In den compleren organiſchen Atomen, in Verbindungen ſo zuſammengeſetzter Art, deren Bildung auf gewöhnliche Weiſe

sich zahllose Ursachen entgegensetzen, bei diesen veranlassen gerade diese zahllosen Ursachen eine Veränderung und Zersetzung, wenn sich ihrer Wirkungsweise die Lebenskraft nicht mehr entgegensetzt. Berührung mit der Luft, die schwächste chemische Action bewirken eine Veränderung; ein jeder Körper, dessen Theile sich im Zustande der Bewegung, der Umsetzung befinden, die Berührung damit reicht in vielen Fällen schon hin, um den Zustand der Ruhe, das statische Moment der Anziehung ihrer Bestandtheile aufzuheben. Eine unmittelbare Folge davon ist, daß sie sich nach dem verschiedenen Grade ihrer Anziehung ordnen, d. h. es entstehen neue Verbindungen, in welchen die chemische Kraft vorherrscht, in welcher sie sich jeder weiteren Störung durch die nämliche Ursache entgegensetzt, neue Producte, in welchen die Bestandtheile, in einer andern Ordnung vereinigt, der einwirkenden Thätigkeit eine Grenze, oder, unter gegebenen Bedingungen, einen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzen.

Nachträge.

Zusatz zur S. 89. u. 90.

Nach der Bestimmung de Sauſſure's lieferten 1000 Th. Fichtenholz vom Mont Breven 11,87 Th. und 1000 Th. des nämlichen Holzes vom Mont la Salle 11,28 Th. Asche. Man kann hiernach, ohne einen bemerklichen Fehler zu begehen, annehmen, daß beide Bäume von verschiedenen Standörtern einerlei Mengen von anorganischen Bestandtheilen enthalten. Dasselbe ist bei den Analysen von Berthier angenommen worden, in denen sich nur bei der Analyse des norwegischen Tannenholzes der Gehalt an Asche angegeben fand.

Zusatz zur Seite 114.

„„Was den Einfluß des Abpflückens der Blüthen auf höheren Kartoffelertrag betrifft, so hat ein auf dem landwirthschaftlichen Versuchsfelde im Jahr 1839 angestellter Versuch die Sache vollkommen bestätigt, indem ihr Ertrag bei sonst ganz gleichen Verhältnissen betragen hat beim Abpflücken 47 Malter, beim Nichtabpflücken 37 Malter pr. Morgen (2600 Quadratmeter).““

(Oekonomierath Zeller in der Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins im Großherzogthume Hessen vom 8 Juni 1840.)

Zusatz zur S. 154.

Der Fruchtwechsel mit Esparsette und Luzerne ist in einer

der fruchtbarſten Gegenden vom Rhein, bei Bingen und in der Umgegend, ſo wie in der Pfalz allgemein eingeführt; die Aecker erhalten dort nur nach 9 Jahren wieder Dünger. In dem erſten Jahre werden weiße Rüben, in dem darauf folgenden Gerſte mit Klee angeſäet, in dem ſiebenten Jahre folgen Kartoffeln, in dem achten Weizen, im neunten Gerſte, im zehnten wird gedüngt, und es beginnt ein neuer Umlauf mit Rüben.

Als einige der merkwürdigſten Beweiſe für die aufgeſtellten Principien des Feldbaues, namentlich für die Wirkungsweiſe des Düngers und für den Urſprung des Kohlenſtoffs und Stickſtoffs, verdienen die folgenden Beobachtungen in einem größeren Kreiſe bekannt zu werden, da ſie beweiſen, daß ein Weinberg ſeine Fruchtbarkeit unter gewiſſen Umſtänden ohne Zufuhr von animaliſchem Dünger, oder überhaupt ohne Zufuhr von Außen behält, wenn die Blätter und das abgeſchnittene Rebholz von dem Weinberg nicht entfernt, ſondern untergehackt und als Dünger benutzt werden. Nach der erſteren Angabe war dieſe Düngungsweiſe ſeit acht, nach der anderen, welche gleiche Glaubwürdigkeit verdient, ſeit zehn Jahren mit dem teſten Erfolge fortgeſetzt worden; es laſſen dieſe Erfahrungen über den Urſprung des Kohlen- und Stickſtoffs nicht den kleinſten Zweifel zu. Mit dem Holze, welches man den Weinbergen nimmt, entführen wir ihm höchſt bedeutende Mengen von Alkali, die in dem thieriſchen Dünger wieder erſetzt werden; dasjenige, was in dem Weine ausgeführt wird, beträgt, wie dieſe Beiſpiele belegen, nicht mehr als diejenige Quantität, die jährlich in dem Boden zur Verwitterung gelangt und aufſchließbar wird. Man rechnet am Rheine im Durchſchnitt einen jährlichen Ertrag von einem Litre Wein auf einen Quadratmeter Weinberg; wenn wir nun annehmen, daß der Wein

zu ¾ gesättigt ist mit Weinstein (saurem weinsaurem Kali) so nehmen wir in dieser Flüssigkeit dem Boden 1,8 Grm. reines Kali im Maximo. Diese Schätzung ist, den Kaligehalt der Hefe mit inbegriffen, jedenfalls das Höchste, was man annehmen darf; da 100 Th. Champagner-Wein nur 1,54 und 1000 Th. Wachenheimer nur 1,72 Th. trockenen, geglühten Rückstand hinterlassen. Auf jeden Quadratmeter Weinberg kann man aber einen Weinstock rechnen, dessen abgeschnittenes Holz nach dem Einäschern in 1000 Th. 56—60 Th. kohlensaures Kali = 38—40 Th. reinem Kali zurückläßt. Man sieht hiernach leicht, daß 45 Grm., = 1½ Unze, Rebholz so viel Kali enthalten als 1 Litre Wein; es wird aber dem Rebstock jährlich die 8—10fache Quantität an Holz genommen. Die Anlage neuer Weinberge in der Umgegend von Johannisberg, Rüdesheim und Büdesheim beginnt mit der Ausrottung der alten Stöcke, mit dem Ansäen von Gerste und Luzerne oder Esparsette, welche fünf Jahre auf dem Felde stehen bleibt; in dem sechsten Jahre wird der junge Weinberg angepflanzt, und in dem neunten Jahr wird er zum ersten Male gedüngt.

Zusatz zur Seite 167.

Vor ganz kurzer Zeit war die Wirkungsweise des Kuhkoths in der Färberei eben so unbegreiflich, wie die des Düngers in der Landwirthschaft. Bei den mit Alaunbeize oder essigsaurem Eisen bedruckten Zeugen muß das Verdickungsmittel der Beize aufgelöst und hinweggenommen werden; die unverbundene Beize muß entfernt, sie muß verhindert werden, sich im Bade aufzulösen und in den weißen Grund zu schlagen; die mit der Faser verbundene Beize muß damit noch vollkommener vereinigt und auf dieselbe befestigt werden. Alle diese, für die Färberei höchst wichtigen Zwecke erreicht man

durch das heiße Kuhmiſtbad; es ſchien früher ganz unerſetzbar durch andere Materien zu ſein, eben weil der thieriſche Organismus dazu gehörte, um den Kuhmiſt hervorzubringen. Jetzt, ſeitdem man weiß, daß alle dieſe Wirkungen den phosphorſauren Alkalien in dieſem Kothe angehören, wendet man in England und Frankreich keinen Kuhkoth mehr an; man bedient ſich ſtatt deſſelben einer Miſchung von Salzen, in welchen der Hauptbeſtandtheil phosphorſaures Natron iſt.

Gründüngung in Weinbergen.

(Aus einem Schreiben des Herrn Verwalters Krebs zu Seeheim.)

In Bezug auf den Artikel in der landwirthſchaftlichen Zeitung Nr. 7. 1838, meine Weinbergsanlage betreffend, ſo wie auf den Artikel: »Gründüngung in den Weinbergen« in derſelben Zeitſchrift Nr. 29. 1839, kann ich nicht umhin, den Gegenſtand noch einmal aufzunehmen und Jedem, der noch zweifelt, daß man in den Weinbergen keine andere Düngung, als den der Weinſtock ſelbſt abwirft, nöthig hat, zuzurufen: Komm her und überzeuge Dich! Nun ſteht mein Weinberg im achten Jahr und hat noch keinen andern Dünger erhalten, demungeachtet möchte kaum Jemand einen ſchöneren, kräftigeren im Trieb, noch voller Frucht aufzuweiſen haben, und ſtünde er in der Dunggrube.

Ich hätte nach der hier gewöhnlichen Weiſe, die Weinberge zu düngen, jetzt ſchon dreimal düngen müſſen, wozu ich jedes

Mal 25 Wagen voll Dünger gebraucht und die mich, bis sie im Boden gewesen, 3 fl. pr. Wagen, also 75 fl. und für drei Mal 225 fl. gekostet hätten. Diese sind erspart und meine Aecker sind in sehr gutem Zustande.

Wenn ich im Früh- und Spätjahr die mühevolle Arbeit ansehe, wie der Dünger mit 2 bis 3 und oft mit 4 Pferden an die Weinberge gefahren, dann durch viele Leute, oft noch weit, auf dem Kopfe getragen wird, während ihre Sandäcker ihn so nöthig haben, dann möchte ich ihnen zurufen: Kommt doch in meinen Weinberg und seht, wie der gütige Schöpfer schon dafür gesorgt hat, daß der Weinstock so gut wie der Baum im Walde seinen Dünger selbst abwirft, ja ich behaupte: noch reichlicher und besser. Das Laub im Walde fällt erst im Herbste, wenn es dürr ist, ab und liegt jahrelang, bis es verweset, und kann, weil die Luft alle Kraft ausgesogen hat, dem Reblaub, welches in der letzten Hälfte Juli oder Anfangs August sammt den Reben ab- und kleingehauen und grün untergehackt wird, keineswegs gleichgerechnet werden, indem dieses, was mich die Erfahrung lehrte, binnen 4 Wochen so in Verwesung übergeht, daß auch nicht die entfernteste Spur mehr zu finden ist. Sodann stehen auf dem Raume, den ein Buch- und Eichbaum einnimmt, wenigstens 10 Weinstöcke, die weit mehr Dünger als der größte Baum abwerfen, wenn man bedenkt, wie viel manchmal dem Walde entzogen wird und er dennoch fortbesteht.

Anmerkung der Redaction. In Al. Hendersohn's Geschichte der Weine der alten und neuen Zeit heißt es:

»Das beste Dungmittel für den Weinstock sind die beim Beschneiden desselben erhaltenen frisch untergebrachten Reben.«

An der Bergstraße, badischer Seits, wird das Rebholz noch längst da und dort als Dungmittel der Weinberge

benutzt. So sagt z. B. Peter Frauenfelder zu Großsachsen, Amts Weinheim*):

»Ich erinnere mich, daß vor 20 Jahren dahier ein gewisser Peter Müller obiges Dungmittel in hiesigen Weinbergen angewendet und über 30 Jahre fortgesetzt hat. Derselbe zerschnitt die abgeschnittenen Rebhölzer in handlange Stücke und ließ sie fallen, dann wurden sie beim Hacken untergebracht. Seine Weinberge befanden sich immer in einem kräftigen Zustande, und man spricht heutzutage noch davon, daß der alte Müller keinen Dung in seine Weinberge brachte und diese doch so gut im Stande waren.«

Ferner der Wingertsmann W. Ruf zu Schriesheim:

»Seit 10 Jahren konnte ich keinen Dung in meinen Weinberg thun, weil ich arm bin und keinen kaufen konnte. Zu Grunde wollte ich meinen Weinberg auch nicht gehen lassen, da er meine einzige Nahrungsquelle in meinem Alter ist; da ging ich oft betrübt in demselben auf und ab und wußte mir nicht zu helfen. Endlich bemerkte ich, durch die größte Noth aufmerksam gemacht, daß von einigen Rebenhaufen, die im Pfade liegen geblieben sind, das Gras größer und master war als an den Orten, wo keine Reben lagen; ich dachte näher nach und sagte endlich zu mir selbst: Könnt ihr Reben machen, daß das Gras um euch herum größer, stärker und grüner wird, so könnt ihr auch machen, daß die Stöcke und Reben in meinem armen, magern Wingert besser wachsen, stärker und grüner werden.

Ich zog meinen Weinberg so tief zu, als wenn ich Dung hineinthun wollte, fing an zu schneiden, schnitt die abgeworfenen Reben noch zwei- auch dreimal durch, legte sie in die ge-

*) Badisches landw. Wochenblatt 1834. S. 52 u. 79.

machten Furchen und bedeckte sie mit Erde. Im Jahre darauf sah ich mit der größten Freude, wie sich mein magerer Weinberg kräftig erholte. Ich setzte dieses Mittel von Jahr zu Jahr fort und siehe, mein Weinberg wuchs herrlich, blieb den ganzen Sommer grün, auch wenn die größte Hitze eintrat.

Meine Nachbarn wundern sich oft, daß mein Wingert so mast ist, so grün aussieht, so starke lange Reben treibt, da sie doch wissen, daß ich seit 10 Jahren keinen Dung hineingethan.«

Dieß dürften für die wohlgemeinten, wohlzubeherzigenden Worte des Herrn Verwalter Krebs hinlängliche Belege sein.

(Zeitschrift für die landwirthschaftlichen Vereine des Großherzogthums Hessen. 1840. Nr. 28.)

Berichtigungen.

Seite	13	Zeile	16	v. o. statt 895 l. 89,5.
»	14	»	2	v. o. statt 800 Th. l. 800 ℔.
»	—	»	13	v. u. statt nahmen l. nehmen.
»	20	»	13	v. u. statt aus l. auf.
»	23	»	8	v. u. statt Meyer l. Meyen.
»	32	»	13	v. o. statt Coriphäen l. Koryphäen.
»	58	»	14	v. u. statt Kalk l. Kali.
»	61	»	4	v. o. statt Humbold l. Humboldt.
»	66	»	5	v. o. statt bildet es l. bildet das Ammoniak.
»	—	»	8	v. o. statt Aepfelwurzelrinde l. Wurzelrinde des Aepfelbaums.
»	—	»	10	v. o. statt Erynthrin l. Erythrin.
»	69	»	8	v. o. statt 0,767 l. 767 Grm.
»	70	»	18	v. o. statt ersten vorübergehenden l. zuerst übergehenden.
»	81	»	13	v. o. statt an lies von.
»	100	»	9	v. u. statt Neuheim l. Nauheim.
»	103	»	12	v. o. statt Naueim l. Nauheim.
»	107	»	3	v. o. statt und l. nur.
»	—	»	15	v. o. statt Beireuth l. Baireuth.
»	110	»	2	v. o. statt und l. nur.
»	111	»	9	v. u. statt können den Humus völlig entbehren l. ist der Humus völlig entbehrlich.
»	126	»	10	v. o. statt Quantitäten l. Qualitäten.
»	132	»	11	v. o. statt Chicoraceen l. Cichoraceen.
»	—	»	12	v. o. statt Corniferen l. Coniferen.
»	142	»	12	v. o. statt 1000 Th. l. 10000 Th.
»	148	»	13	v. u. statt fleischfressendes l. körnerfressendes.
»	177	»	15	v. o. setze nach Quantität von.
»	207	»	8	v. u. statt treibt l. trübt.
»	209	»	12	v. o. statt und Kalkspath l. von Kalkspath.
»	217	»	3	v. u. statt dem Cyan l. des Cyans.
»	234	»	3	v. o. statt seine l. ihre.
»	240	»	8	v. o. setze nach andern ein Komma.
»	257	»	7	v. u. statt am l. aus.
»	265	»	9	v. u. statt der Herba centauri minoris l. von Centaurium minus.
»	268	»	10	v. o. statt seinen l. ihren — statt seine l. ihre.
»	269	»	10	v. u. statt zerplatzender Basen l. zerplatzenden Blasen.
»	271	»	10	v. o. statt Fibration l. Filtration.
»	274	»	2	v. o. statt immer l. minus.
»	276	»	8	v. u. statt seines l. ihres.
»	291	»	4	v. o. statt 6 l. 5.
»	297	»	11	v. o. statt 3 At. Sauerstoffgas l. 3 At. Sumpfgas.

COUNTWAY LIBRARY
HC 2FEQ 0